



Escuela de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Departamento de Arquitectura y Urbanismo

Maestría en Urbanismo y Desarrollo Territorial – MUDT

CRECIMIENTO URBANO, Infraestructura para el desarrollo,

Municipio de Puerto Colombia, Atlántico

Wilman Enrique Vargas Altahona, Ingeniero Civil

Tutor

Mariolly Dávila Cordido. Dr.

Junio de 2017, Barranquilla

## Dedicatoria y Agradecimientos

*Agradecimientos a la Universidad del Norte y a los profesores de la Maestría de Urbanismo y Desarrollo Territorial por brindarme las herramientas necesarias para concluir con éxito mi proceso de formación académica.*

*A mi esposa e hijos por su apoyo incondicional para lograr este triunfo y a mis padres por ser el soporte de inicio en mis emprendimientos.*

## Contenido

Ilustraciones .....	4
Tablas .....	5
Gráficas .....	6
Ecuaciones.....	7
Resumen.....	9
Abstract .....	11
Introducción .....	12
Capítulo 1: Crecimiento Urbano y Dinámica demográfica.....	21
Capítulo 2: Antecedentes - Comportamiento del Sector Edificador en el Territorio y Hechos Generadores del Crecimiento Urbano de Puerto Colombia .....	32
Capítulo 3: Demanda de Agua .....	50
Capítulo 4: Metodología, Variables Sugeridas para el Caso de Estudio .....	78
Capítulo 5: Aplicación de Metodología y Cálculo de Variables.....	85
Bibliografía .....	97

## Ilustraciones

Ilustración 1. Imagen de Google Earth 2009-2017. Crecimiento urbano en la cabecera municipal de Puerto Colombia	32
Ilustración 2. Nuevas construcciones en lotes vacíos de la cabecera de Puerto Colombia	33
Ilustración 3. Edificios en altura. Densificación del sector de Pradomar	33
Ilustración 4. Imágenes de Google Earth 2009 - 2017. Crecimiento Urbano en el Corregimiento de Salgar y Sabanilla - MonteCarmelo	34
Ilustración 5. Nuevas construcciones en el corregimiento de Salgar sobre la antigua vía a Puerto Colombia	34
Ilustración 6. Viviendas tipo campestre en Sabanilla	35
Ilustración 7. Edificios en altura en Sabanilla	35
Ilustración 8. Viviendas campestres y nuevos proyectos en altura en MonteCarmelo	36
Ilustración 9. Imágenes de Google Earth 2009 - 2017. Sector de Villa Campestre	36
Ilustración 10. Viviendas campestres en el sector de Lomas de Caujaral	37
Ilustración 11. Edificios en altura que han densificado el sector de Villa Campestre	37
Ilustración 12. Imágenes de Google Earth 2009 - 2017. Zona limítrofe entre Puerto Colombia y Barranquilla	38
Ilustración 13. Avenida Circunvalar con carrera 53. Límite de Barranquilla con Puerto Colombia	38
Ilustración 14. Crecimiento urbano de Puerto Colombia hacia el límite con Barranquilla	38
Ilustración 15. Eje vial carrera 30 – Avenida Tajamares en Villa Campestre	39
Ilustración 16. Vía al Mar entre el sector del Colegio Alemán y Jardines de La Eternidad	40
Ilustración 17. Ferrocarril de Bolívar en el siglo XIX	41
Ilustración 18. Ingreso de carga y pasajeros del Ferrocarril de Bolívar en el siglo XIX	41
Ilustración 19. Crecimiento urbano de Barranquilla hacia los límites con Puerto Colombia	42
Ilustración 20. Sitios de interés histórico y cultural de Puerto Colombia	43
Ilustración 21. Castillo de Salgar, monumento histórico y cultural de Puerto Colombia	44
Ilustración 22. Planta de tratamiento No.2. Construida entre 1994 y 1995	45
Ilustración 23. Inversiones requeridas en el sistema de acueducto de Puerto Colombia	48
Ilustración 24. Localización del municipio de Puerto Colombia	85

## Tablas

Tabla 1. Métodos de cálculo para proyección de población	58
Tabla 2. Dotación por suscriptor	60
Tabla 3. Dotación por habitante	62
Tabla 4. Consumo mínimo en comercios	64
Tabla 5. Consumo de servicio para personal en las industrias	64
Tabla 6. Consumos para producción de algunos tipos de industrias	65
Tabla 7. Consumos para fines públicos	66
Tabla 8. Consumo para uso escolar	66
Tabla 9. Consumo Institucional y en hoteles	67
Tabla 10. Promedio de personas por hogar en Colombia y Región Atlántica	89
Tabla 11. Resultados de proyección de población	95
Tabla 12. Comparación de Resultados de proyección de población Censo DANE 2005-Número de Suscriptores	95
Tabla 13. Comparación de Resultados de proyección de población Censo DANE 2005-M3 de agua facturados	96
Tabla 14. Comparación de Resultados de proyección de población M3 facturados - Número de Suscriptores	96

## Gráficas

Gráfica 1. Proyección de Población en Puerto Colombia 2005-2020 .....	87
Gráfica 2. Número de Suscriptores del Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017 .....	88
Gráfica 3. Promedio de Personas por Hogar en Puerto Colombia.....	88
Gráfica 4. Proyección de Población por Número de Suscriptores del Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017 .....	90
Gráfica 5. Metros Cúbicos de Agua Facturada a los Suscriptores del Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017 .....	91
Gráfica 6. Proyección de Población por Metros Cúbicos de Agua Facturada Mensualmente a Suscriptores del Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017 .....	92
Gráfica 7. Proyección de Población: Promedio de Resultados de Población obtenidos del Número de Suscriptores y Metros Cúbicos de Acueducto Facturados por mes por el Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017 .....	94

**Ecuaciones**

Ecuación 1. Dotación Bruta .....	70
Ecuación 2. Caudal medio diario .....	71
Ecuación 3. Caudal máximo diario .....	72
Ecuación 4. Caudal máximo horario .....	73
Ecuación 5. Promedio de consumo diario .....	73

**Anexos**

Anexo 1. Número de pólizas o suscriptores por año. 2009-2017 .....	99
Anexo 2. Metros cúbicos facturados mensualmente. 2009-2017 .....	99
Anexo 3. Proyección de Población según Censo DANE. 2005-2020 .....	100
Anexo 4. Proyección de Población según Número de Suscriptores. 2009-2017 .....	100
Anexo 5. Proyección de Población según. M3 Facturados mensualmente. 2009-2017 .....	101
Anexo 6. Proyección de Población. Promedio 2009-2017 .....	101



## Resumen

De la población mundial actual, estimada en 7.397.835.935 habitantes<sup>1</sup>, América Latina y El Caribe con cerca de 625 millones de personas<sup>2</sup>, es una región que experimentó en el siglo pasado un proceso de crecimiento demográfico y aumento considerable de la cantidad de población en áreas urbanas; factores determinantes para las condiciones de vida y la configuración actual de las ciudades (ONU-Habitat, 2012, pág. 18).

El crecimiento de la población en las ciudades involucra más demanda de bienes y servicios; siendo los más esenciales, los servicios públicos de agua potable, saneamiento básico y energía eléctrica, debido a que de ellos depende en gran parte la calidad de vida y el bienestar social de sus habitantes. En el caso del agua potable, la poca disponibilidad del recurso natural o la baja capacidad de la infraestructura existente, son factores que dificultan afrontar un aumento demográfico; siendo obligación de los gobiernos, emprender acciones articuladas de planeación de corto, mediano y largo plazo para anticipar y salvaguardar lo ambientalmente vulnerable y procurar que una mayor expansión urbana no genere una incapacidad acumulada en los sistemas de abastecimiento de agua y desalojo de drenajes.

Esta valoración cuantitativa y comparativa tiene como finalidad, determinar los patrones de crecimiento de la población entre los años 2009 y 2017 para identificar tendencias de demandas de agua que sirvan como un instrumento para la planeación territorial.

Con esta investigación se busca identificar el crecimiento de la población del municipio de Puerto Colombia entre los años 2009 y 2017 mediante un análisis comparativo entre los valores

---

<sup>1</sup> Countrymeters

<sup>2</sup> Proyecciones de población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

de las proyecciones de población estatales con los registros del número de suscriptores del servicio de acueducto y los metros cúbicos de agua facturados por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP; operador del acueducto de Puerto Colombia.

## **Abstract**

The world's current population estimated in 7.397.835.935 inhabitants, Latin America and the Caribbean with about 625 million people, is a region that experienced in the last century a process of population growth and a considerable increase in the amount of population in areas Urban; Determining factors for living conditions and the current configuration of cities (UN - HABITAT, 2012).

Population growth in cities involves more demand for goods and services; being the most essential, the public services of potable water, basic sanitation and electric power, because of them depends to a large extent the quality of life and the social welfare of its inhabitants. In the case of potable water, poor availability of natural resources or low capacity of existing infrastructure are factors that make it difficult to cope with a demographic increase; And it is the obligation of governments to undertake articulated actions of short, medium and long term planning to anticipate and safeguard the environmentally vulnerable and to ensure that greater urban expansion does not generate a cumulative inability in water supply and drainage systems.

This quantitative and comparative assessment aims to determine the growth patterns of the population between 2009 and 2017 to identify trends in water demands that serve as a tool for territorial planning.

This research aims to identify the population growth of the municipality of Puerto Colombia between 2009 and 2017 through a comparative analysis between the values of the state population projections with the records of the number of subscribers of the aqueduct service and the cubic meters Of water invoiced by the Company of Aqueduct, Sewerage and Toilet of Barranquilla SA ESP; Operator of the aqueduct of Puerto Colombia.

## **Introducción**

América Latina y el Caribe, considerada la región más urbanizada del mundo, con una tasa de urbanización de casi el 80% (ONU-Habitat, 2012, pág. 18), ha desacelerado su crecimiento vertiginoso en los últimos años debido al descenso de la tasa de fecundidad y a la mejora en la esperanza de vida por los avances de la medicina; pero también es cierto que el espacio edificado sigue en expansión y que la expansión urbana ha generado que muchas de las grandes ciudades de América Latina excedan los límites administrativos de sus municipios y terminen absorbiendo físicamente otros centros urbanos mediante procesos de conurbación; además de la conformación de ciudades satélite y ciudades dormitorio para el desarrollo o emergencia de núcleos urbanos ubicados cerca de grandes ciudades que guardan una estrecha relación con el desarrollo económico de estas; siendo algunas dependientes y en otros casos con cierta autonomía funcional, pero comúnmente muy ligadas a la de la ciudad principal (ONU-Habitat, 2012, págs. 33, 34).

El Ordenamiento territorial es un compromiso de las administraciones locales, departamentales y nacionales e incluyen el conjunto de herramientas de gestión de estado utilizadas para reglamentar el orden y forma de ocupación espacial de acuerdo con los distintos aspectos políticos, económicos, ambientales, sociales y culturales propios del territorio. El conocer y entender los instrumentos de planeación constituyen una herramienta clave para tomar decisiones que permitan establecer políticas de desarrollo territorial.

El municipio de Puerto Colombia, departamento del Atlántico, Colombia, cuya cabecera se encuentra ubicada a escasos 13 km de la ciudad de Barranquilla, capital del departamento del Atlántico y su zona de desarrollo prácticamente conurbada, se ha convertido en receptor de grandes

e importantes proyectos habitacionales, educacionales y de servicios que lo posicionan como un territorio con un gran potencial socioeconómico, estratégico para el desarrollo regional.

En los últimos diez (10) años, en el municipio de Puerto Colombia, se han presentado hechos generadores de crecimiento urbano, entre los que mencionamos: El crecimiento acelerado de la ciudad de Barranquilla hacia los límites con su área metropolitana; la disponibilidad de tierras con potencial en la jurisdicción del municipio de Puerto Colombia y su cercanía con la ciudad de Barranquilla; la ampliación del acueducto de Puerto Colombia en el año 1994 y la posterior incorporación en 1997 de la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP como operador del sistema de acueducto, alcantarillado y aseo; y el atractivo turístico, ambiental e histórico presente en la jurisdicción y su cercanía con sitios de interés de los departamentos de Atlántico y Bolívar.

De acuerdo con el censo del DANE 2005, las proyecciones de población oficiales para Puerto Colombia, Atlántico, estimaban en el año 2017 - 26.869 habitantes y proyectados a 2020 – 26.454 habitantes; resultados que comparados con los registros de la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP y que muestran que existen 12.427 suscriptores del servicio; por tanto, si consideramos de acuerdo con censo DANE 2005 que en una vivienda habitan aproximadamente 4.5 personas, estaríamos contando con unos 55.922 habitantes en el territorio.

Por las razones anteriores se aborda este estudio para analizar los patrones de crecimiento de población de Puerto Colombia entre los años 2009 y 2017 dentro de los que se encuentran: Determinar las proyecciones de población del municipio de Puerto Colombia de acuerdo con los registros estatales; Comparar los valores de las proyecciones de población estatales con los

registros del número de suscriptores del servicio de acueducto y con los metros cúbicos de agua facturados mensualmente para determinar las tendencias de crecimiento de la población de Puerto Colombia.

En el primer capítulo se muestra la visión que tienen distintos autores sobre el crecimiento urbano y la dinámica demográfica en Ciudades de Latinoamérica, Colombia y en la Región Caribe, además las posturas personales al respecto, con la finalidad de entender y definir estrategias para determinar tendencias de demandas de agua que sirvan como un instrumento para la planeación territorial; en el segundo capítulo se muestra el comportamiento del Sector Edificador en el Territorio, se enumeran algunos Hechos Generadores del Crecimiento Urbano de Puerto Colombia; en el capítulo tercero se presentan los procedimientos que deben seguirse para la evaluación de la población, la dotación bruta y la demanda de agua de un sistema de acueducto como herramienta fundamental para la comparación con las otras variables que permiten calcular datos de población; en el cuarto capítulo se muestra la Metodología a desarrollar y las variables sugeridas para el caso de estudio; y en el quinto capítulo se aplica la metodología para calcular la proyección de población hasta el año 2017, tomando como referencia los datos de número de suscriptores del servicio de acueducto y metros cúbicos facturados mensualmente por la empresa prestadora del servicio de acueducto en Puerto Colombia. Se emiten las conclusiones de los resultados de proyección de población, comparando los resultados del censo DANE 2005 con los resultados de proyección de población obtenidos a partir del número de suscriptores del servicio de acueducto y de la cantidad de metros cúbicos facturados mensualmente, para confirmar la tendencia del crecimiento poblacional del municipio de Puerto Colombia; además se realiza un análisis de las soluciones planteadas por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de

Barranquilla S.A. ESP para atender en el corto, mediano y largo plazo las exigencias en materia de agua potable para la población actual y futura.

## **Planteamiento del Problema y Antecedentes**

En el caso del municipio de Puerto Colombia, al hacer un poco de historia sobre el crecimiento de su población, es importante resaltar que en el año 1888, el ferrocarril de Bolívar hizo de Barranquilla - Puerto Colombia la reina de las importaciones y exportaciones de la Costa Caribe, lo que propició una dinámica de crecimiento de estas dos poblaciones vecinas, determinada básicamente por la actividad transportadora; pero en el año 1940 se suspendió definitivamente el servicio del ferrocarril entre el Muelle de Puerto Colombia y la Estación Montoya, sumiéndose la población en la decadencia y el abandono.

En los siguientes 50 años las condiciones económicas de la población cambiaron considerablemente, con deficiencias en el turismo, servicios e infraestructura y fue hasta finales del siglo XX cuando se presentaron algunos hechos generadores del crecimiento poblacional que hoy se presenta.

El ritmo acelerado que muestra la construcción en esta zona del departamento del Atlántico se evidencia en la densificación de áreas que anteriormente fueron de baja densidad y en las que hoy se han construido condominios y proyectos habitacionales en altura. Igualmente, en zonas cercanas al Mar Caribe, los lotes son atractivos para la construcción de nuevos proyectos habitacionales y dados los elevados precios del suelo, se construyen edificios en altura y contrastan con las viviendas unifamiliares que se encuentran en el entorno.

Todo este crecimiento urbano debe estar muy ligado a las funciones más importante de los gobiernos como son la planeación, administración, gestión de recursos para dotar de una infraestructura que permita atender la dinámica de cambios de usos del suelo y responder a la creciente concentración poblacional y a su demanda de necesidades básicas, pero la lentitud de las



entidades gubernamentales para brindar a tiempo avances en la infraestructura de acueducto, que vayan al compás del crecimiento de la población, coloca en peligro las posibilidades de solución, dando avisos de colapso a los que no se atiende; más aún si se mantienen las actuales tendencias de crecimiento de población en los próximos años.

## **Justificación e Impactos Potenciales**

Las investigaciones en el campo del urbanismo tienden básicamente a entender los procesos de crecimiento de las ciudades desde los aspectos: económico, social, antropológico, transporte, político, ambiental, vivienda, servicios, entre otros; evaluando y aplicando modelos sostenibles de la ciudad y sus habitantes. Actualmente el fenómeno del crecimiento urbano es más complejo, de mayor magnitud y dinámica, por estar sujeto a condicionantes ambientales, intereses sociales, políticos y de grupos inmobiliarios; aspecto a tener en cuenta a la hora de formular planes y programas de desarrollo urbano.

Desde el punto de vista metodológico y conceptual, la dinámica demográfica trata ciertos aspectos tales como el crecimiento de la población y sus distintos componentes, su composición y su distribución espacial. Los cambios en la magnitud y en el volumen de la población son un tema central en los estudios de población. El cambio en una población se relaciona con tres hechos demográficos: Nacimientos, defunciones y migraciones. A medida que las personas nacen, mueren o migran, su cantidad en un área determinada cambian.

De acuerdo con el censo del DANE 2005, las proyecciones de población oficiales para Puerto Colombia, Atlántico, estimaban que en 2017 se tendría una población aproximada de 26.869 habitantes. Según registros de Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP, al mes de abril de 2017 existen 12.427 suscriptores del servicio de acueducto; por tanto, si consideramos que en una vivienda habitan aproximadamente 4.5 personas (DANE 2005), estaríamos contando con unos 55.922 habitantes en el territorio.

El crecimiento urbano del municipio de Puerto Colombia, asociado con el aumento de la población, se traduce en un incremento importante de la demanda de servicios que debe ser

atendida a tiempo con obras de infraestructura para el agua, con el objeto de que la ciudad no continúe por el camino equivocado de saber si es sostenible o no el crecimiento acelerado en el corto plazo; Estos patrones de crecimiento de población marcan una tendencia, es decir tienen un comportamiento y señalan la dirección que tomaran de seguir con ese mismo patrón; De aquí parte el interés de analizar el CRECIMIENTO URBANO del municipio de Puerto Colombia y su Incidencia sobre la infraestructura de acueducto, con el objeto de brindar en el corto, mediano y largo plazo elementos de juicio para concebir proyectos exitosos y obras de gran impacto para el desarrollo regional

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar el crecimiento urbano del municipio de Puerto Colombia a partir del análisis de demanda de agua; identificando tendencias de aumento de población, que sirvan como un instrumento para la planeación territorial.

### **Objetivos Específicos**

- Comprobar las proyecciones de población del municipio de Puerto Colombia de acuerdo con los registros estatales entre 2005 y 2020.
- Comparar los valores de las proyecciones de población estatales con los registros del número de suscriptores del servicio de acueducto entre 2009 y 2017 para determinar las tendencias de crecimiento de la población de Puerto Colombia.
- Comparar los valores de las proyecciones de población estatales con los registros de los metros cúbicos de agua facturados mensualmente entre 2009 y 2017, para determinar las tendencias de crecimiento de la población de Puerto Colombia.
- Analizar las tendencias de demanda de agua como instrumento para la planeación territorial.

## **Capítulo 1: Crecimiento Urbano y Dinámica demográfica**

El estudio y conocimiento de la organización espacial de un territorio es el fundamento y el punto de partida para formular e implementar una política de ordenamiento territorial que responda a la realidad espacial existente y a su dinámica (Massiris A. , 1999).

Desde el punto de vista metodológico y conceptual, la dinámica demográfica trata ciertos aspectos tales como el crecimiento de la población y sus distintos componentes, su composición y su distribución espacial. Los cambios en la magnitud y en el volumen de la población son un tema central en los estudios de población. El cambio en una población se relaciona con tres hechos demográficos: Nacimientos, defunciones y migraciones. A medida que las personas nacen, mueren o migran, su cantidad en un área determinada cambian.

Con relación al crecimiento Urbano y de la población, (Ferraris, 2008), en su trabajo, El Crecimiento Poblacional como Objeto de Análisis, muestra los lineamientos metodológicos y conceptuales referidos al estudio del crecimiento poblacional: medidas, estimaciones y proyecciones de población y manifiesta que las estimaciones y proyecciones de población constituyen un ejercicio ampliamente usado por los científicos sociales; la relevancia de las proyecciones de población se manifiestan en materia de aplicación de políticas sociales y sectoriales. De hecho, las cifras sobre población afectada o beneficiaria de dichas políticas resulta ser la primera información que debe manejarse para que éstas tengan éxito.

Existen varias formas de estimar y proyectar poblaciones, algunas mediante cálculos más simples, otras mediante mecanismos más complejos y con necesidad de una mayor cantidad de datos. En general, se usa algún modelo mediante el cual se establecen supuestos sobre la evolución futura de los parámetros relevantes para el incremento de la población. Uno de los requisitos para

proyectar y estimar es un diagnóstico acabado de las tendencias demográficas pasadas de la población que se pretende proyectar y de los determinantes sociales y económicos de dichas tendencias. Este conocimiento diagnóstico es fundamental para el cumplimiento del objetivo primario de toda estimación o proyección, el cual es obtener, dentro de ciertos márgenes, las mejores indicaciones de lo que puede acontecer con el crecimiento de una población y/o de sus componentes (Ferraris, 2008, pág. 10). Para efectuar cualquier ejercicio de estimación o proyección de población es necesario contar al menos con: a) una población base a partir de la cual se pueda efectuar el ejercicio; b) una hipótesis respecto al crecimiento o bien al comportamiento futuro de los componentes del crecimiento demográfico, o de las variables socioeconómicas asociadas al cambio de la población (Ferraris, 2008, pág. 11).

En resumen, ninguna proyección es definitiva, sino más bien es un ejercicio que debe repetirse de tiempo en tiempo, ajustando los resultados en función del curso efectivo de los componentes de la dinámica demográfica.

En virtud de los avances tecnológicos (Benavente, 2006) en su trabajo “Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares”, presenta dos modelos de predicción del crecimiento urbano elaborados para el Área Metropolitana de Granada, España, junto con la cartografía del crecimiento urbano de dicha zona en los últimos 30 años. Los modelos de predicción elaborados fueron basados uno en la regresión logística y otro en Autómatas Celulares.

También empleó el modelo para realizar un escenario futuro de crecimiento para el año 2014, manifestando que para alcanzar los objetivos se empleó la capacidad de análisis de los S.I.G., junto con las herramientas de análisis espacial, lo que permitió explorar los niveles de correlación entre variables, así como llevar a cabo medidas de las formas y crecimientos urbanos (Benavente, 2006,

pág. 3). Desde mi modo conceptual, para realizar estudios de crecimiento de población es fundamental el uso de herramientas como los sistemas de información geográfica que permitan modelar distintas variables y analizar recursos como suelo, aire y agua entre otros, con la finalidad de mostrar un escenario completo de la zona de desarrollo.

Bazant (Bazant, 2001), muestra en su libro *Periferias Urbanas*, Expansión urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto en el medio ambiente, un nuevo enfoque de la vivienda en México y hace énfasis en que las recurrentes crisis económicas de las décadas pasadas han provocado que la mayoría de la población de bajos ingresos se esté concentrando masivamente en las grandes ciudades en busca de mejores oportunidades de sustento básico. Este proceso se ha venido estableciendo de manera atomizada, pero incesante, en las vastas periferias urbanas, lo cual genera un fenómeno de expansión urbana incontrolada, caracterizada por una subdivisión irregular y caótica de la tierra.

Se analizan los factores físico-espaciales del proceso de expansión urbana u ocupación dispersa de muy baja densidad en el territorio, y del proceso de consolidación o densificación urbana, así como las consecuencias ambientales que estos procesos han traído consigo.

Bazant recurre a la interpretación de fotografías aéreas, mediante las cuales analiza la transformación que la extensa periferia urbana del sur de la ciudad de México ha tenido en los últimos 30 años; por otra parte, también complementa su estudio con un extenso trabajo de campo. Los resultados constituyen un importante aporte al área de los estudios urbanos, ya que los grandes asentamientos irregulares mantienen una normatividad urbana mínima pero consistente entre sí, que difiere sustancialmente de la oficial. Asimismo, propone un modelo teórico-matemático para ayudar a explicar la dinámica e interacción que los procesos de expansión y consolidación tienen en la ocupación del territorio de una periferia. Finalmente argumenta que las actuales políticas

urbanas totalizadoras han sido ineficaces como instrumentos reguladores del desarrollo urbano, por lo que propone un cambio en el enfoque de la planeación urbana sobre las periferias.

Bazant, manifiesta que referente a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), paralelamente a la explosión demográfica y proceso de urbanización, que inicio en la década de los cuarenta, esta zona se convierte en la protagonista de la política económica de industrialización del país, que hasta entonces había estado expandiéndose dentro de los límites del Distrito Federal prácticamente a una tasa natural de crecimiento demográfico. El distrito federal creció a una tasa anual de 7.4% de 1960-1970 y de 8.6% entre 1970-1980, y no obstante que desciende a 1.0% de 1980-1990 y duplica su población en este mismo lapso, los 17 municipios conurbados del Estado de México crecieron a tasas anuales de 9.0% de 1960-1970, 21.9% de 1970-1980 y 13.3% de 1980-1990; periodos en los que octuplicaron su población y se conurbaron con la mancha urbana metropolitana (Bazant, 2001, págs. 30, 31)

Referente al Proceso de poblamiento de la ZMCM, Bazant, afirma que la dinámica de poblamiento de la ZMCM ha sido consecuencia del conjunto de políticas gubernamentales, como las económicas de modernización, las de desarrollo urbano (con la realización de parques industriales y enormes conjuntos de viviendas), las de regularización de terrenos ejidales en determinadas zonas de la periferia y las de proporcionar equipamiento y servicios prioritariamente cerca de zonas industriales para apoyar su desarrollo, entre otras; de igual forma, ha sido resultado de la disponibilidad de terrenos en cantidad y precio accesibles a la demanda sobre las familias urbanas especialmente de bajos ingresos (Bazant, 2001, pág. 33).

Con relación a esta visión de Bazant, se puede colegir que las ciudades crecen como efecto de diversos factores sociales, económicos, disponibilidad de terrenos, de infraestructura y servicios, entre otros, que de manera alternada pero continua, ejercen presión y abren oferta espacial en



distintas zonas y van modelando la ocupación del territorio, su estructura urbana e intensidad de usos de suelo.

Bankirer (Bankirer, 2000), en su trabajo *Nuevas Formas de Movilidad de la Población*, describe los avances teóricos y metodológicos desarrollados para la captación de las nuevas formas de movilidad espacial de la población y su utilidad frente a las limitaciones presentadas por el concepto clásico de migración y las fuentes tradicionales para su estudio. El conocimiento de las transformaciones urbanas relacionadas con los comportamientos residenciales y con la movilidad espacial practicada por los individuos y sus familias, requiere tomar en consideración el conjunto de formas de movilidad, cualquiera sea la distancia (movimientos hacia y desde aglomeraciones urbanas y movimientos intraurbanos, dentro del área) y la duración del movimiento (migraciones residenciales definitivas o temporales, y movimientos pendulares).

Según el *Diccionario Demográfico Multilingüe* se da el nombre de migración o movimiento migratorio al “desplazamiento con traslado de residencia de los individuos, desde un lugar de origen a un lugar de destino o llegada y que implica atravesar los límites de una división geográfica” (Bankirer, 2000, pág. 8)

Es importante resumir que la definición de migración constituye un subconjunto de los desplazamientos espaciales, es decir del concepto más amplio de movilidad espacial. Así, el concepto clásico de migración excluye a las poblaciones que no tienen residencia fija, los desplazamientos temporales de orden cíclico o estacional, los movimientos turísticos o de carácter laboral.

(Amézquita, 2015), en su libro: *De los Andes al Litoral. Estudios sobre Vivienda y Suelo en Colombia*, manifiesta en relación con las ciudades contemporáneas, que la calidad de la vivienda

urbana, la burbuja inmobiliaria, la relación entre los precios del suelo, y las normas y la articulación entre los precios de la vivienda y la estructura de la ciudad son temas de vital importancia para el crecimiento urbano de determinada zona. La producción de vivienda formal implica no solo temas de economía urbana, calidad de la estructura, ordenamiento del suelo o dinámica de los mercados inmobiliarios, sino que condensa la preocupación de todo colombiano hoy en día de tener un techo sobre la cabeza. Los casos de Bogotá y Barranquilla sirven para entender la cuestión en Colombia y proponen un entendimiento de la vida urbana y metropolitana más allá de las reducciones a movimientos de precios.

En el capítulo Calidad de la vivienda: retos para la planificación urbana; Pérez, manifiesta que la accesibilidad a servicios básicos urbanos es esencial para asegurar la calidad de vida y la asociación de los ciudadanos, también favorece las apreciaciones en el valor de la vivienda, condicionadas por su entorno y las facilidades que este ofrece al usuario, las cuales a su vez se ven reflejadas en su percepción de calidad (Amézquita, 2015, pág. 33).

Mercado inmobiliario en Bogotá: ¿burbuja en construcción? Pérez, indica que una burbuja especulativa es una situación en la cual gran parte del aumento de un precio se justifica por las expectativas de incrementos futuros de este que no tienen explicación en los factores que determinan la oferta y la demanda (García - Montalvo, 2002, pág. 76).

Estas burbujas pueden crearse en cualquier mercado, pero son especialmente sensibles aquellos con interacción directa en el mercado de capitales, ya que los precios de estos mercados son más dinámicos y pueden variar de forma inesperada en cuestión de minutos, según se comporta la oferta y la demanda a lo largo de la jornada bursátil (Amézquita, 2015, pág. 167).

La regulación y los precios del suelo: un estudio de caso para Barranquilla, los autores Barandica y Garza, expresan que Barranquilla es la cuarta ciudad del país por su población y ha presentado un importante incremento de su actividad edificadora en años recientes, que a su vez ha coincidido con los aumentos en el precio del suelo, especialmente en la zona norte de ciudad, particularmente en los barrios el prado y altos del prado, mientras que hacia el centro y sur de la ciudad los precios se hacen progresivamente más bajos (Amézquita, 2015, págs. 50,51).

A mi modo conceptual, los aumentos de precios del suelo no son el resultado del costo del valor real de la tierra sino la mezcla entre el incremento del precio del suelo y las mejoras de las condiciones urbanas por efecto de obras y otras acciones complementarias de desarrollo en infraestructura.

Con relación a los aspectos relacionados con la disponibilidad de tierras con potencial en el departamento del Atlántico, se analiza el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (Codazzi, 2008), con el objeto de buscar herramientas que contribuyan a la planificación del uso del suelo orientada a compatibilizar la oferta del recurso con las necesidades de la comunidad que lo habita y utiliza en diferentes actividades, de manera que se logre el beneficio social y económico de la población, sin el detrimento del ecosistema.

EL Instituto compila la información recolectada desde 1980, complementada con interpretación de aerofotografías, observaciones en campo y clasificación de los suelos del departamento desde el punto de vista morfológico; su localización geográfica y las características físicas, químicas y mineralógicas, aspectos fundamentales en la determinación del uso y manejo adecuados del recurso, que se constituye en una herramienta fundamental para las diferentes entidades gubernamentales y privadas encargadas de formular políticas y programas en los campos agropecuario, forestal y ambiental y que brinda un aporte al desarrollo de la región.

El desarrollo de una región radica en el uso adecuado de los recursos naturales existentes en su territorio. Para el buen uso de estas riquezas naturales, es indispensable que se adelanten los respectivos inventarios a fin de establecer que tiene la región y en qué área están los recursos (Codazzi, 2008, pág. 29).

Sobre el tema vemos que la zonificación de tierras es una herramienta útil para la elaboración de planes de desarrollo municipal y departamental, y constituye, a la vez, la base de integración de los planes de manejo ambiental tendientes a controlar procesos de degradación de los suelos y el deterioro del medio ambiente.

En relación con la infraestructura, en especial con la infraestructura del agua, (Salazar & Pineda, 2010), en su trabajo, Escenarios de Demanda y Políticas para la Administración del Agua Potable en México: El caso de Hermosillo, Sonora.

Manifiesta que Hermosillo es una ciudad con crecimiento poblacional alto, pero el recurso agua es limitado. En este documento se hace la proyección de escenarios de demanda del líquido y de las políticas para su administración hasta 2030. El incremento de la población en un país trae consigo más demanda de bienes y servicios; entre los más importantes están los públicos, como electricidad y agua potable, pues de ellos depende en buena medida la calidad de vida y el bienestar de las personas. Si bien el crecimiento de la economía puede satisfacer con facilidad la solicitud creciente de muchos bienes y servicios, existen los que están limitados a la disponibilidad de recursos naturales, los cuales deben estar garantizados para afrontar el aumento demográfico, tal es el caso del agua.

Mientras más sea la gente, menor será la disponibilidad de agua; en México era de 17.742 metros cúbicos por habitante (m<sup>3</sup>/hab.) en 1950, mientras que de 4.427 en 2000 (Comisión

Nacional del Agua, CONAGUA 2008). Al ritmo de crecimiento actual, la disponibilidad se reducirá a 3 783 m<sup>3</sup>/hab para 2030. Por otro lado, si bien esta cantidad se refiere al promedio nacional, la distribución del agua en el territorio mexicano impone mayores restricciones a algunas zonas del país, que son las más urbanizadas y de mayor crecimiento, y donde la disponibilidad es de 1.734 m<sup>3</sup>/hab., mientras que en el sureste, zona más rezagada, es de 13.097. Por ello resulta importante diseñar políticas que permitan el manejo del agua disponible en la situación actual de crecimiento poblacional en las ciudades del país. Para alcanzar estos objetivos empleamos la capacidad de análisis de los S.I.G., junto con las herramientas de análisis espacial, lo que nos permite explorar los niveles de correlación entre variables, así como llevar a cabo medidas de las formas y crecimientos urbanos (Salazar & Pineda, 2010, pág. 1).

Vargas (Vargas, 2014) en su libro: *Infraestructura para el Desarrollo Urbano: Apuntes iniciales* desde el contexto de Bogotá, manifiesta que la infraestructura para el desarrollo de la ciudad se ha guiado por el ordenamiento físico en la medida que la ciudad se expande y deja fragmentos de diversas propuestas de ordenamiento urbano: barrios, urbanizaciones, centros comerciales, centros financieros, edificios de apartamentos, zonas industriales, vías, puentes, servicios públicos, adicionalmente con las nuevas tendencias hace su participación la demolición del patrimonio construido y su reemplazo por lo nuevo. Sin embargo, para entenderlas y pensar explorar soluciones, los problemas a los cuales se enfrentan las posibilidades que ellas ofrecen, es necesario considerar la evolución de la infraestructura para el desarrollo urbano.

Es indudable que el crecimiento acelerado de la ciudad ha sido determinado por un desplazamiento masivo de la población desde las zonas rurales hacia el medio urbano, en busca de mejores oportunidades de empleo, salarios más elevados y mejores condiciones de vida material. La mejora en las condiciones sanitarias también ha influido decisivamente en el movimiento de la

población, de forma que las proyecciones de crecimiento demográfico han superado las previsiones más optimistas.

Vargas afirma que, con relación al mundo sostenible, el crecimiento acelerado de la población en las ciudades a causa del desplazamiento de personas de las zonas rurales, influye cada vez más en una infraestructura de servicios básicos que lleva muchos años de construida y a la cual el mantenimiento o la sustitución no se hace en paralelo con su deterioro para dar respuesta a un compromiso de calidad de vida de las generaciones futuras (Vargas, 2014, pág. 19).

Todo esto conlleva a pensar que los arquitectos e ingenieros, en calidad de diseñadores, constructores e interventores, conciben espacios y sistemas de infraestructura, equipamientos y servicios, pero de manera frecuente se olvidan de su durabilidad, del deterioro rápido, de sus altos consumos de energía y del impacto que esto causa a la sociedad en general; es por esto que se deben concebir obras económicas, durables y seguras en armonía con el mundo sostenible.

La Universidad del Norte, (Norte, 2015) en el documento Un Norte para Puerto Colombia. Competitividad Social para una Competitividad Económica Local: Lineamientos estratégicos y plan de acción para la competitividad del municipio de Puerto Colombia, define las intervenciones estratégicas que se deben realizar en el municipio de Puerto Colombia, mediante un estudio que se dividió en cuatro (4) dimensiones o ejes en los que se concentró el análisis: Sostenibilidad Ambiental y cambio climático, Sostenibilidad Urbana, Sostenibilidad económica y Social y Sostenibilidad Fiscal y Gobernabilidad. Temas como el tratamiento de residuos sólidos, la planificación del uso del suelo, el acceso a la educación superior y la calidad del gasto público son priorizados en el estudio.

Estos están encaminados a la elaboración de proyectos estratégicos para el municipio, como la elaboración de diagnósticos y mapas de vulnerabilidad y riesgo, el diseño del Plan Maestro de Movilidad de Puerto, la construcción de la marca como ciudad y la implementación de un mecanismo de georreferenciación de inversiones ejecutadas por la Alcaldía.

En el documento de la Uninorte, Sostenibilidad Ambiental y Cambio Climático, se consigna: Mejorar la prestación del servicio de agua en el municipio, Definir las directrices para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos en las redes de suministro de agua, Elaborar estudios de la infraestructura hidráulica del municipio, Establecer medidas que Garanticen la prestación del servicio de agua para todos los habitantes 24 horas del día (Norte, 2015, pág. 51)

Es fundamental para el desarrollo de las ciudades, que cuenten con una buena infraestructura de servicios públicos. Aunque la infraestructura y competitividad estratégicas son necesarias para el crecimiento, el desarrollo humano y la integración y conectividad entre los territorios y la nación, es importante organizar el desarrollo de las poblaciones reemplazando, optimizando o ampliando la infraestructura obsoleta y sin mantenimiento, para no seguir rezagados frente a otras regiones del país y del continente.

## Capítulo 2: Antecedentes - Comportamiento del Sector Edificador en el Territorio y Hechos Generadores del Crecimiento Urbano de Puerto Colombia

### 2.1. Comportamiento del Sector Edificador en el Territorio

El municipio de Puerto Colombia tiene la siguiente división del territorio:

- Cabecera municipal
- Corregimiento de Salgar
- Corregimiento de Sabanilla – Monte Carmelo
- Zona de expansión que conurba con Barranquilla

El siguiente es el comportamiento del sector edificador en las distintas zonas que conforman la jurisdicción:

#### 2.1.1. Cabecera Municipal de Puerto Colombia

En la Cabecera Municipal del municipio de Puerto Colombia, se observa que en las áreas periféricas se presenta un crecimiento perimetral, frenado por cerros que bordean el municipio y en otras áreas de la población se presenta el relleno de lotes vacíos.



*Ilustración 1. Imagen de Google Earth 2009-2017. Crecimiento urbano en la cabecera municipal de Puerto Colombia*





*Ilustración 2. Nuevas construcciones en lotes vacíos de la cabecera de Puerto Colombia*

*Calle 1E con Carrera 12 y Calle 2 con Carrera 14*

### 2.1.1.1. Pradomar

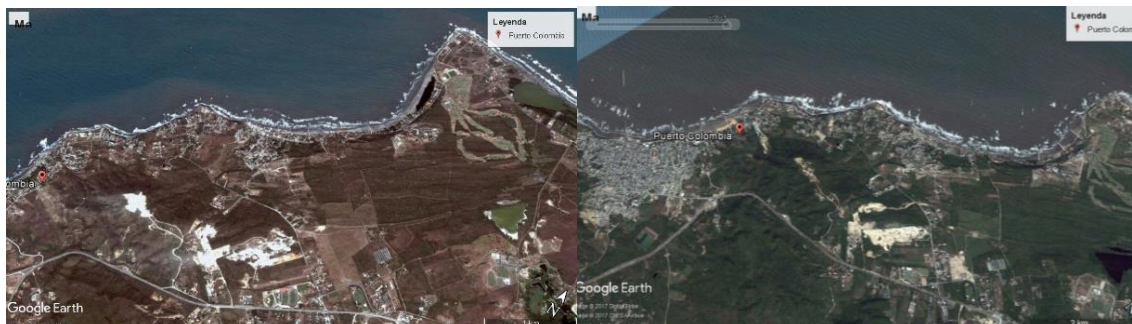
En el sector de Pradomar se adelantan nuevos proyectos habitacionales, principalmente en altura, debido a los altos costos del suelo.



*Ilustración 3. Edificios en altura. Densificación del sector de Pradomar*

### 2.1.2. Corregimiento de Salgar

En el corregimiento de Salgar, se observa la formación de barrios informales producto de las invasiones y expansión en zonas periurbanas.



*Ilustración 4. Imágenes de Google Earth 2009 - 2017. Crecimiento Urbano en el Corregimiento de Salgar y Sabanilla - MonteCarmelo*



*Ilustración 5. Nuevas construcciones en el corregimiento de Salgar sobre la antigua vía a Puerto Colombia*

### 2.1.3. Corregimiento de Sabanilla - Monte Carmelo

#### 2.1.3.1. Sabanilla

En el sector de Sabanilla y Country predomina el poblamiento tipo suburbio con incremento controlado del número de unidades habitacionales, unifamiliares de uno o dos pisos y viviendas campestres.



*Ilustración 6. Viviendas tipo campestre en Sabanilla*

Actualmente se desarrolla un complejo urbanístico en el sector del Seminario Conciliar Juan XXIII, compuesto por torres de apartamentos que contrasta con este sector de baja densidad.

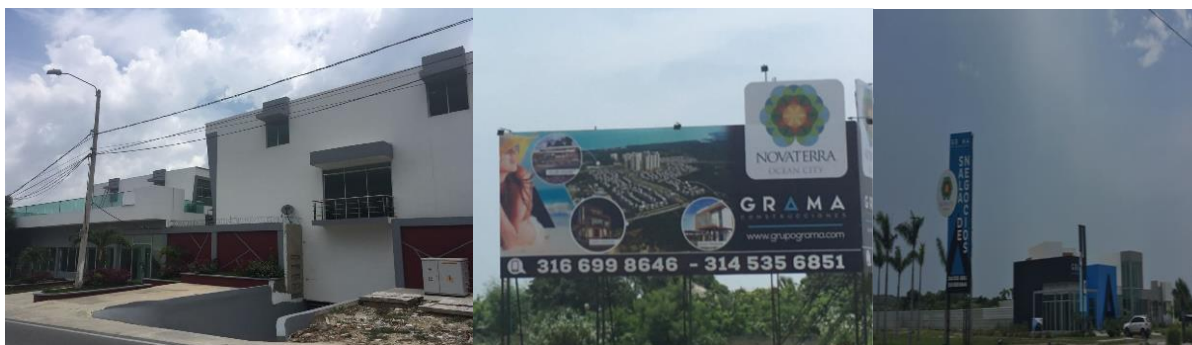


*Ilustración 7. Edificios en altura en Sabanilla*

### **2.1.3.2. Monte Carmelo**

Existe un poblamiento tipo suburbio con incremento controlado del número de unidades habitacionales, unifamiliares de uno o dos pisos y viviendas campestres. Sector de baja densidad con tendencia a la densificación por la inserción de nuevos proyectos urbanísticos.

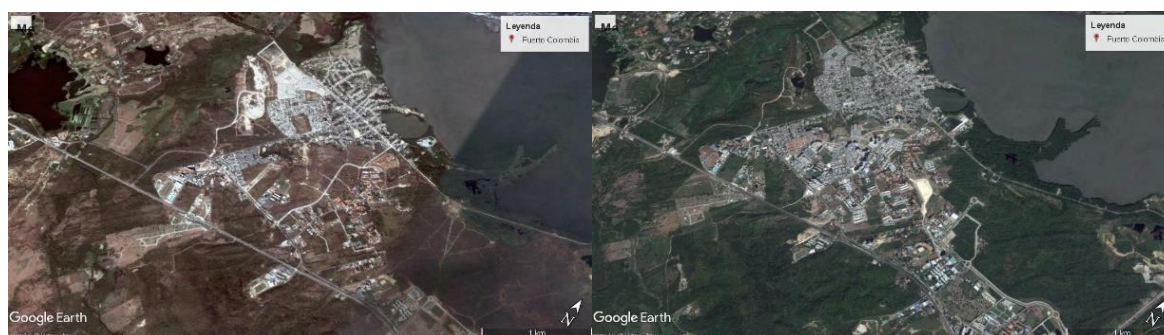




*Ilustración 8. Viviendas campestres y nuevos proyectos en altura en MonteCarmelo*

#### **2.1.4. Zona de expansión que conurba con Barranquilla**

En la zona de expansión que conurba con la ciudad de Barranquilla se encuentran los siguientes sectores:



*Ilustración 9. Imágenes de Google Earth 2009 - 2017. Sector de Villa Campestre*

##### **2.1.4.1. Lomas de Caujaral**

El sector de Lomas del Caujaral se caracteriza por ser una zona de baja densidad y viviendas campestres.



*Ilustración 10. Viviendas campestres en el sector de Lomas de Caujaral*

#### **2.1.4.2. Villa Campestre**

En el sector de Villa Campestre se observa el auge del sector inmobiliario, con la presencia de proyectos habitacionales en altura y condominios cerrados, que han densificado la zona.



*Ilustración 11. Edificios en altura que han densificado el sector de Villa Campestre*

### 2.1.4.3. Zona a conurbarse con Barranquilla

En el área limítrofe próxima a conurbarse entre Puerto Colombia y Barranquilla se muestra una tendencia similar a la del sector de Villa Campestre.



*Ilustración 12. Imágenes de Google Earth 2009 - 2017. Zona limítrofe entre Puerto Colombia y Barranquilla*



*Ilustración 13. Avenida Circunvalar con carrera 53. Límite de Barranquilla con Puerto Colombia*

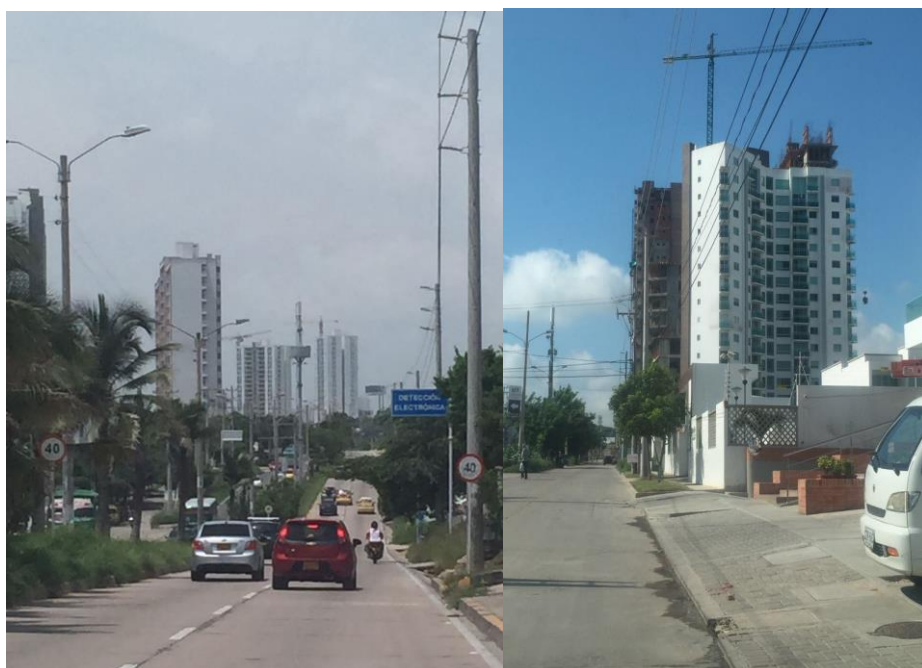


*Ilustración 14. Crecimiento urbano de Puerto Colombia hacia el límite con Barranquilla*



En resumen, en la jurisdicción del municipio de Puerto Colombia, se está presentando un crecimiento urbano con las siguientes características:

- Incremento de las áreas urbanizadas.
- Áreas más densas.
- Relleno de vacíos y crecimiento periurbano.
- Construcción de conjuntos cerrados, condominios en su mayoría y edificios multifamiliares en altura.
- Desarrollo urbano paralelo o con dirección al eje vial de la carrera 30 o 51B - Corredor Universitario



*Ilustración 15. Eje vial carrera 30 – Avenida Tajamares en Villa Campestre*

- Poco crecimiento urbano paralelo o con dirección al corredor de la Vía al Mar: La zona paralela a la vía al Mar no cuenta con servicio de acueducto y alcantarillado, limitando el desarrollo urbanístico.



*Ilustración 16. Vía al Mar entre el sector del Colegio Alemán y Jardines de La Eternidad*

*Se observa poca evolución del sector edificador debido a la carencia de redes de acueducto en este corredor*

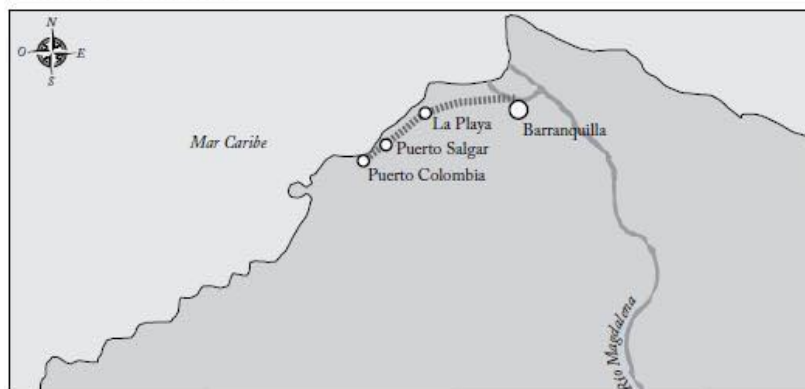
## **2.2. Hechos Generadores del crecimiento Urbano de Puerto Colombia**

Tener en cuenta que el crecimiento acelerado de algunas ciudades y la carencia de tierras en unas zonas como es el caso de Barranquilla y disponibilidad de lotes con potencial, disponibilidad de servicios públicos, vías y atractivos turísticos, ambientales e históricos en otras como Puerto Colombia, podrían convertirse en hechos generadores de crecimiento urbano en determinadas áreas metropolitanas; situaciones que nos ha llevado a estudiar las experiencias relacionadas con estos aspectos en Europa, América y Colombia, con la finalidad de fortalecer el conocimiento de cómo abordar estas situaciones y en nuestro estudio de caso, el municipio de Puerto Colombia.

Puerto Colombia, municipio costero, privilegiado por su ubicación geográfica ha estado muy ligado desde mediados del siglo XIX en su desarrollo territorial con la ciudad de Barranquilla, y es así como entre los años 1871 y 1889 inicia su periodo de crecimiento urbano con la construcción del ferrocarril Barranquilla – Puerto Colombia, que comunicaba inicialmente a la Estación Montoya ubicada en la ciudad capital del departamento del Atlántico con El Puerto de Sabanilla y posteriormente con el Muelle marítimo natural de Puerto Colombia, siendo uno de los más importantes enlaces de desarrollo comercial.



Mapa 1  
Ferrocarril de Bolívar

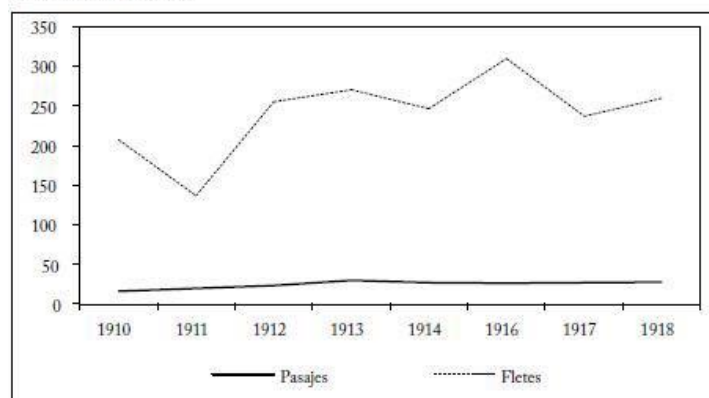


Fuente: Poveda (2010, 98), elaboración propia.

Ilustración 17. Ferrocarril de Bolívar en el siglo XIX

La evolución de la infraestructura ferrocarrilera marcó desde sus orígenes una dinámica de crecimiento poblacional del municipio de Puerto Colombia, determinada por el auge de la actividad transportadora a partir de la conexión con rutas hacia el interior del país, con el río Magdalena, con el Mar Caribe y con mercados del resto del mundo, seguido por la actividad turística con la aparición de proyectos hoteleros, en la gran mayoría con inversión europea y por las mejoras en la arquitectura comercial, residencial y de las villas semiurbanas

Gráfica 2  
Ingresos por carga y pasajeros del Ferrocarril de Bolívar, 1910-1918  
(Miles de pesos)



Fuente: Ortega (1923, 332); elaboración propia.

Ilustración 18. Ingreso de carga y pasajeros del Ferrocarril de Bolívar en el siglo XIX

Después de esta época de florecimiento y pujanza, en el año 1940 se suspendió definitivamente el servicio del ferrocarril a Puerto Colombia, sumiéndose la población en la decadencia y el abandono. En los siguientes 50 años las condiciones económicas de la población cambiaron considerablemente, con deficiencias en el turismo, servicios públicos e infraestructura y fue hasta finales del siglo XX cuando se presentaron algunos hechos generadores del crecimiento poblacional actual, en los cuales entre los que podemos mencionar:

### **2.2.1. El crecimiento acelerado de la ciudad de Barranquilla hacia los límites con su área Metropolitana.**

En los últimos años se ha presentado un crecimiento acelerado de la construcción en la ciudad de Barranquilla, especialmente en la zona norte de la capital atlanticense, lo que ha generado un incremento en los requerimientos de lotes disponibles.



*Ilustración 19. Crecimiento urbano de Barranquilla hacia los límites con Puerto Colombia*

### **2.2.2. La disponibilidad de tierras con potencial en la jurisdicción del municipio de Puerto Colombia y su cercanía con la ciudad de Barranquilla.**

Se ha generado un desplazamiento de la actividad constructora hacia el territorio, teniendo en cuenta que la cabecera del municipio está localizada a aproximadamente 13 Kms de la ciudad de

Barranquilla y a escaso 1 Km de la zona de conurbación y que el municipio de Puerto Colombia ofrece a la comunidad terrenos con muchos potenciales y pocas limitaciones en procura del beneficio social y económico de la población, sin detrimento del ecosistema.

### **2.2.3. El atractivo turístico, ambiental e histórico presente en la jurisdicción y su cercanía con sitios de interés turístico de los departamentos de Atlántico y Bolívar.**

Es evidente que uno de los atractivos turísticos e históricos que tiene el municipio de Puerto Colombia es el Muelle; estructura que paulatinamente se desmorona por sus malas condiciones estructurales, pero que queda en la memoria de nativos, residentes en otros sitios de Colombia y extranjeros, que recuerdan como sus raíces llegaron o salieron por el otrora segundo muelle más largo del mundo o la instalación definitiva o parcial en el territorio.



*Ilustración 20. Sitios de interés histórico y cultural de Puerto Colombia*

También existen otros atractivos como la Estación del Ferrocarril y el Castillo de Salgar y las playas de Sabanilla, Salgar, Pradomar, El Muelle y El Balboa, que muestran la belleza del litoral Caribe en esta parte de Colombia, sin dejar de lado la tranquilidad que se siente en gran parte de la jurisdicción.



*Ilustración 21. Castillo de Salgar, monumento histórico y cultural de Puerto Colombia*

#### **2.2.4. Acueducto de Puerto Colombia**

El acueducto municipal fue construido a mediados del siglo pasado con una capacidad inicial de 100 lps para abastecer a la población de Puerto Colombia asentada en unos 13 km de longitud, desde los límites con Barranquilla hasta la cabecera; posteriormente en los años 1994 y 1995 se realizó la ampliación del sistema de acueducto mediante la construcción de una nueva planta de tratamiento de 100 lps; es decir, actualmente se tiene una capacidad de producción de 200 lps.

##### **2.2.4.1. Fuente de Abastecimiento**

La fuente de abastecimiento del acueducto de Puerto Colombia es el Río Grande de la Magdalena.

##### **2.2.4.2. Captación o Bocatoma**

La captación se realiza en el sector de barrio Las Flores de la ciudad de Barranquilla, mediante dos (2) estaciones de baja presión que transportan el caudal de agua cruda a las plantas de

tratamiento ubicadas en el mismo sector, sobre el inicio de la prolongación de la vía 40 hacia el corregimiento de La Playa. El agua cruda captada por medio de esta bocatoma ubicada cerca de la desembocadura del Río Magdalena, presenta problemas en época de verano, debido a la inclusión de la cuña salina en el Río Magdalena y el descenso de sus niveles, afectando los procesos de tratamiento en las dos plantas con que cuenta el sistema.

#### **2.2.4.3. Planta de Tratamiento de Agua Potable**

- Planta No. 1. Es un sistema de tratamiento convencional, tipo Degremont, construido hacia el año 1970 con módulo de sedimentación, floculación, tratamiento y desinfección con capacidad de 100 litros por segundo.
- Planta No. 2



*Ilustración 22. Planta de tratamiento No.2. Construida entre 1994 y 1995*

*Fuente: Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP*

La planta No.2 es un módulo compacto de tratamiento, tipo degremont, construida entre los años 1994 y 1995, con capacidad de 100 litros por segundo

#### **2.2.4.4. Conducción de agua tratada hacia el Corregimiento de Salgar**

Después de cumplir los procesos de tratamiento, el agua se almacena en un tanque de 1000 metros (m<sup>3</sup>), para posteriormente ser bombeada y conducida por tuberías de 12” de asbesto cemento y polietileno de alta densidad hasta un tanque de rebombeo construido en el corregimiento de Salgar; atendiendo en su recorrido a los sectores de Lagos de Caujaral, Los manatíes, Country, Sabanilla, Salgarito y Salgar.

#### **2.2.4.5. Estación de rebombeo de Salgar y Línea de conducción hasta la cabecera municipal de Puerto Colombia**

En el corregimiento de Salgar se encuentra construida una estación compuesta por un tanque de almacenamiento de 1000 metros cúbicos (m<sup>3</sup>) y un sistema de bombeo que abastece a Salgar, el sector de la Yee de los Chinos y a la cabecera del municipio de Puerto Colombia; el bombeo desde la estación de Salgar se realiza contra la red principal, la cual surte a las redes de distribución

#### **2.2.4.6. Incorporación en 1997 de la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP como operador especializado**

En marzo de 1997 la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A.ESP asumió la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado y el primero de octubre de ese mismo año se estableció el servicio de aseo; recibiendo un sistema con problemas técnicos, comerciales y financieros; pero a partir de la labor adelantada por el operador, en el municipio se empezaron a registrar resultados óptimos en la gestión, entre ellos: mejoramiento en la calidad del agua, aumento en la producción, disminución de las pérdidas físicas, incremento del número de usuarios atendidos, ampliación de la cobertura y la frecuencia en el servicio.

#### **2.2.4.7. Inversiones requeridas en el sistema de acueducto de Puerto Colombia**

La confianza que generó en los urbanizadores la garantía de la prestación del servicio público de acueducto propició un gran interés por realizar inversiones en esta zona del departamento del Atlántico; presentándose una gran demanda de factibilidades de servicios que refleja la reactivación del desarrollo urbanístico de Puerto Colombia, que estaba represado por la falta de agua.

Actualmente el auge de la construcción ha propiciado un crecimiento urbano acelerado, relacionado directamente con el aumento de la población; factor determinante en el incremento de los requerimientos en infraestructura, los cuales deben ser suficientes y adecuados para atender un desarrollo sostenible.

Estos patrones de crecimiento de población marcan una tendencia, mostrando el rumbo a seguir en los próximos años; De aquí parte el interés de analizar el CRECIMIENTO URBANO del municipio de Puerto Colombia y como debe ser la evolución de la infraestructura, con el objeto de brindar en el corto, mediano y largo plazo elementos de juicio que permitan concebir proyectos exitosos y obras de gran impacto para el desarrollo sostenible urbano regional.

La Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP ha planteado las siguientes inversiones en materia de acueducto con la finalidad de atender los requerimientos en infraestructura del agua:

- Reubicación de la bocatoma existente ubicada cerca de la desembocadura del Río Magdalena en el Mar Caribe a un punto localizado entre la calle 76 y 79 con vía 40, con la



finalidad de contrarrestar el fenómeno de la cuña salina. Incluye tubería de conducción de agua cruda hasta la planta de tratamiento.

- Ampliación de la planta de tratamiento de agua potable en una capacidad de 300 lps para completar 500 lps.

Tuberías de impulsión de agua potable desde la planta de tratamiento hasta el tanque de rebombeo de Salgar; Incluyendo la repotenciación de la estación de rebombeo de Salgar.



Ilustración 23. Inversiones requeridas en el sistema de acueducto de Puerto Colombia

Fuente: Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP

Construcción del tanque llamado “Lago Alto” en un punto ubicado en los límites entre Puerto Colombia y Barranquilla con la finalidad de atender los requerimientos en la zona de conurbación; incluyendo la tubería de impulsión y conducción.



- Construcción del Tanque denominado “Klimandiaro” en un sector entre Salgar y Altos de Pradomar, para atender por gravedad a Salgar, Sabanilla-Monte Carmelo, Pradomar y la Cabecera Municipal. Incluye la tubería de impulsión desde el tanque de rebombero de Salgar y la conducción hasta el tanque de rebombero de Puerto Colombia, ubicado en la calle 2 con carrera 10.
- Construcción del tanque Cupino, ubicado en la cabecera del municipio de Puerto Colombia, el cual atenderá los requerimientos de esta zona; inclusive las proyecciones hacia la vía al Mar.

### **Capítulo 3: Demanda de Agua**

En este capítulo se establece el procedimiento que debe seguirse para la evaluación de la población objeto, la dotación bruta y la demanda de agua en un sistema de acueducto con el fin de determinar la capacidad real que un componente en particular o que todo el sistema debe tener a lo largo de un período de diseño determinado, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. RAS, 2000).

La Demanda unitaria o demanda per cápita, es el caudal demandado por habitante.

#### **3.1. Usos del agua**

Debe efectuarse un estudio de la dotación desagregada por usos y por zonas del municipio, el cual debe considerar los siguientes usos del agua:

##### **3.1.1. Uso residencial**

El consultor debe analizar detenidamente la dotación de uso residencial teniendo en cuenta las siguientes disposiciones:

1. El consultor debe justificar la proyección de la dotación para las diferentes etapas de construcción de las obras del sistema de acueducto y para el período de diseño de cada uno de sus componentes.
2. Debe atenderse lo estipulado en el artículo 15 de la Ley 373 de 1997, sobre uso eficiente y ahorro del agua, o la norma que la modifique, adicione o sustituya, sobre la utilización de equipos y aparatos de bajo consumo y la reglamentación que exista al respecto, considerando el uso de

micromedidores de caudal, reguladores de caudal, reguladores de presión o cualquier otro tipo de accesorio que implique una reducción en el consumo.

3. El consultor debe considerar la utilización de aparatos de bajo consumo, con el fin de determinar el posible ahorro y el efecto de estos instrumentos en la dotación neta.

4. El consultor debe deducir la dotación de uso residencial para el diseño de los sistemas de acueducto con base en mediciones directas hechas en la localidad. Cuando en ésta no existan micromedidores de caudal, el consultor puede estimar la dotación por comparación de poblaciones cercanas con características similares.

5. Al hacer el estudio de la dotación por uso residencial deben tenerse en cuenta, entre otros, los siguientes factores: el tamaño de la población, las condiciones socioeconómicas, el clima, la cobertura de medidores, los aspectos sanitarios, las horas de servicio continuo, los períodos de racionamiento y demás factores que se estimen convenientes.

6. Las variaciones que sean propuestas por el consultor a las dotaciones antes establecidas deben estar técnicamente justificadas, teniendo en cuenta aspectos climatológicos y socioeconómicos del municipio.

### **3.1.2. Uso comercial**

Para establecer el uso comercial, se debe utilizar un censo comercial y realizar un estimativo de consumos futuros. Se debe cuantificar y analizar detenidamente la dotación comercial de acuerdo con las características de dichos establecimientos. Deben estudiarse los consumos puntuales o concentrados de demandas. El uso comercial también incluye el uso en oficinas.

### **3.1.3. Uso industrial**

Para estimar el uso industrial, se debe utilizar censos industriales y estimativos de consumos futuros. Se debe cuantificar y analizar detenidamente la dotación industrial de acuerdo con las características de dichos establecimientos. Deben estudiarse los consumos puntuales o concentrados demandados con el fin de establecer los posibles grandes consumidores (Ver literal B.2.8.4 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto).

### **3.1.4. Uso rural**

En caso que el municipio objeto de la construcción de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación del sistema de acueducto existente tenga que abastecer población rural, se debe utilizar los datos del censo rural y estimar los consumos futuros.

### **3.1.5. Uso para fines públicos**

El consumo para uso público utilizado en los servicios de aseo, riego de jardines y parques públicos, fuentes públicas y demás, se estimará entre el 0 y el 3% del consumo medio diario doméstico, siempre y cuando no existan datos disponibles. En caso de que estos datos existan, servirán para establecer la proyección del uso público en el municipio.

### **3.1.6. Uso escolar**

En caso de que en el municipio objeto de la construcción de un nuevo sistema de acueducto o de la ampliación del sistema existente se localice una concentración escolar importante que implique la permanencia durante el día de una población adicional, el consultor debe analizar y

cuantificar detenidamente la dotación de uso escolar de acuerdo con las características de los establecimientos de educación.

### **3.1.7. Uso institucional**

Deben identificarse los establecimientos y predios que requieran una dotación especial debido a las características de sus actividades, tales como hospitales, cárceles, hoteles, etc.

Dentro del procedimiento que debe seguirse para el cálculo de la demanda de agua, se debe priorizar:

## **3.2. Proyección de los usuarios del sistema**

### **3.2.1. Proyección de la demanda**

En caso de que la persona prestadora del servicio de acueducto cuente con información confiable registrada acerca de la demanda de agua en el municipio o en partes de éste que sean objeto del diseño, se debe utilizar para proyectar la demanda de agua potable.

Para poder realizar la proyección de la demanda, la persona prestadora del servicio debe contar con:

- Aparatos de medición calibrados a la salida de la planta de tratamiento y a la entrada de cada uno de los sectores hidráulicos en que se haya dividido la red.
- Datos de consumo confiables que hayan sido verificados de acuerdo con el número de suscriptores y unas dotaciones normales; y con un índice de agua no contabilizada (IANC) por debajo del 20% en la zona donde se requiera medir la demanda. En este sentido, la proyección de la demanda no puede incluir pérdidas de agua e ineficiencias del sistema.

### **3.2.2. Proyección de suscriptores**

En caso que no existan registros confiables acerca de la información histórica de demanda de agua en el municipio o en la parte de éste objeto del diseño o de la ampliación y/o mejora del sistema de distribución de demanda de agua, se debe llevar a cabo una proyección de los suscriptores conectados al sistema de acueducto.

Para llevar a cabo el cálculo del número de suscriptores proyectados para ser abastecidos por el esquema de distribución de agua potable en su período de diseño, el diseñador y/o el operador deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- La persona prestadora del servicio debe mantener actualizado el catastro de suscriptores del servicio.
- Comportamiento histórico del crecimiento de los suscriptores de la empresa de acueducto en la zona del municipio o la parte de éste objeto del estudio, de acuerdo con la información de la persona prestadora del servicio o de otros sistemas privados o comunales cercanos a la zona objeto del diseño.
- El plan de ordenamiento territorial y el plan de desarrollo municipal, teniendo en cuenta especialmente la meta de vivienda de interés social (VIS).
- Los proyectos de oferta y demanda de la actividad edificadora en el municipio, teniendo en cuenta los datos producidos por la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), en especial lo concerniente a las viviendas del municipio y el crecimiento de las edificaciones dedicadas al comercio.
- El crecimiento de los suscriptores de otros servicios públicos tales como energía y telefonía fija.

- La meta de crecimiento de suscriptores del sistema de agua, de la empresa de servicios públicos, teniendo en cuenta sus proyecciones de inversión.
- Se deben evitar datos de crecimiento de suscriptores que hayan sido causados por programas de reducción de IANC, ya que éstos podrían inflar su proyección.

Una vez establecido lo anterior, el consultor y/o la persona prestadora del servicio pueden utilizar los siguientes métodos para la proyección de los suscriptores: Métodos matemáticos, tales como los aritméticos y geométricos. Métodos de aproximaciones sucesivas a las proyecciones de suscriptores y Métodos heurísticos de ensayo y error.

### **3.2.3. Proyección de población**

En caso que el diseño de un sistema de acueducto particular incluya un municipio o zona de éste, en la cual no sea posible realizar una proyección de demanda o de suscriptores, las dependencias encargadas de la planeación y comercialización de los proyectos de agua potable de la persona prestadora del servicio de acueducto o, en caso que éstas no existan, el consultor debe realizar la proyección y los ajustes de la población de acuerdo con lo señalado en literales B.2.4.3.1 a B.2.4.3.5 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto.

En todos los casos para la estimación de la proyección de la población se deben tener en cuenta los datos establecidos para la población por el DANE, tanto para la definición del nivel de complejidad del sistema como para la proyección de la población. El último dato de población establecido por el DANE para el municipio objeto del diseño debe tenerse en cuenta como un último censo a utilizarse para la proyección de la población.

### **3.2.3.1. Censos de población**

Deben recolectarse los datos demográficos de la población, en especial los censos de población del DANE y los censos disponibles de suscriptores de acueducto y otros servicios públicos de la localidad o localidades similares. Con base en los datos anteriores se establecerán los criterios y parámetros que determinen el crecimiento de la población.

### **3.2.3.2. Censos de vivienda**

Si se dispone de los censos de vivienda de la localidad, éstos deben estar acompañados de todos los datos registrados en las publicaciones correspondientes, indicando la fuente y/o el autor. Con base en los datos anteriores se obtendrá la tasa de crecimiento de la vivienda. Para verificar los datos de vivienda del último censo deben contabilizarse las casas habitadas en cada zona de la localidad, al igual que los establecimientos comerciales, industriales e institucionales.

### **3.2.3.3. Densidades actuales y futuras**

Teniendo en cuenta la identificación de las zonas actuales de la población y de las zonas de expansión futuras definidas en el plan de ordenamiento territorial del municipio, la densidad actual y la densidad proyectada deben calcularse con base en la población actual y futura de dichas zonas con el objeto de verificar la expansión real del sistema de acueducto.

Deben tenerse en cuenta la distribución espacial de la población identificando los diferentes usos de la tierra, los tipos de consumidores y la distribución espacial de la demanda. En



particular se deben considerar los datos referentes a las poblaciones de saturación definidas para el municipio o para zonas de éste de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial.

Para todas las zonas de cobertura del sistema de acueducto debe verificarse que las proyecciones de la población no superen dichas densidades de saturación. Las densidades de población y la distribución espacial deben estar acordes con las normas urbanísticas, planes de desarrollo y demás programas formulados por el gobierno municipal, departamental o nacional que determinen la distribución espacial de la población, los usos de tierra y posibles servidumbres, atendiendo los planes de desarrollo territorial de acuerdo con la Ley 388 de 1997.

En caso de que en el período de diseño no se llegue a la población de saturación definida en el plan de ordenamiento territorial para el municipio, la demanda de agua potable debe proyectarse, de acuerdo con el nivel de complejidad del sistema, teniendo en cuenta los períodos de diseño definidos posteriormente en este Título. Por otra parte, en caso de que la población de saturación sea mayor a la población proyectada, para el período de diseño particular, en el diseño se debe utilizar la población de saturación. Si la población de saturación se alcanza en un período de tiempo menor al período de diseño, éste debe corresponder al momento en que se llegue a la población de saturación.

#### **3.2.3.4. Métodos de cálculo**

Para llevar a cabo la proyección de la población objeto del diseño, se deben tener en cuenta las proyecciones del DANE hasta el año en que éstas se encuentren disponibles. El último dato de población disponible en el DANE se debe tomar como un último censo en el proceso de proyección de la población.

El método de cálculo para la proyección de la población depende del nivel de complejidad del sistema según se muestra en la tabla B.2.1. del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto. Se calculará la población utilizando uno cualquiera de los siguientes modelos matemáticos: Aritmético, geométrico y exponencial, seleccionando el modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población. Los datos de población deben estar ajustados con la población flotante y la población migratoria. En caso de falta de datos se recomienda la revisión de los datos de la proyección con los disponibles en poblaciones cercanas que tengan un comportamiento similar al de la población en estudio.

Tabla B.2.1 Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético, geométrico, exponencial, otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X
Método gráfico	X	X		

Tabla 1. Métodos de cálculo para proyección de población

Fuente: RAS

**Métodos demográficos.** Cuando el tamaño de la población, las condiciones demográficas, el crecimiento de la población no continuo o las condiciones externas que generen períodos demográficos cambiantes en el tiempo requieran la utilización de métodos de cálculo de población diferentes a los presentados en la tabla B.2.1 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto, otros métodos podrán ser empleados bajo la aprobación de la persona prestadora del servicio y la opinión de expertos en estudios demográficos.

Para la estimación de la población, en los estudios de planeamiento de servicios para los niveles de complejidad del sistema medio alto y alto, se considera una buena práctica realizar estudios demográficos detallados conducidos por profesionales en la demografía. Métodos como el de los componentes demográficos, que analiza la variación en el tiempo de parámetros como la natalidad, la mortalidad, la emigración y la inmigración, son de gran utilidad y confiabilidad para obtener un sustento sólido a las proyecciones de población que permita una adecuada estimación de la demanda de los servicios.

#### **3.2.3.5 Ajuste por población flotante y población migratoria**

Debe ajustarse la proyección de la población para tener en cuenta la población flotante, de acuerdo con los estudios socioeconómicos disponibles para la población. En el cálculo de la población por abastecer se deben considerar actividades turísticas, laborales, industriales y/o comerciales que representen población flotante. En el caso que existan posibilidades de migración hacia el municipio, ésta debe tenerse presente en los estudios de proyección de la población. En el caso que no existan datos, el consultor debe proyectar la población utilizando alguna metodología especial establecida de común acuerdo con la entidad contratante.

#### **3.2.3.6. Etnias minoritarias**

En el caso que en el municipio objeto de la construcción o ampliación de un sistema de acueducto exista una etnia minoritaria, la proyección de la población de ésta debe ser objeto de un estudio individual detallado.

### 3.4. Dotación neta

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un suscriptor o de un habitante, dependiendo de la forma de proyección de la demanda de agua, sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

#### 3.4.1 Dotación neta por suscriptores

En aquellos casos en que se tenga la información necesaria, en la persona prestadora del servicio de acueducto o en el sistema único de información (SUI) de la SSPD, para hacer la proyección de suscriptores en el municipio o en la parte de este objeto del diseño, el consultor y/o la persona prestadora del servicio deben conocer el valor existente sobre consumo promedio por suscriptor. En caso de que no se cuente con datos históricos sobre consumos de agua potable por los suscriptores, el consultor debe utilizar la dotación por suscriptor establecida en la siguiente tabla:

Tabla B.2.2 Dotación por suscriptor según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación por suscriptor (m <sup>3</sup> /sus•mes ) climas templado y frío	Dotación por suscriptor (m <sup>3</sup> /sus•mes ) clima cálido
Bajo	10.8	12.0
Medio	13.8	15.0
Medio alto	15.0	16.2
Alto	16.8	18.0

Tabla 2. Dotación por suscriptor

Fuente: RAS

Para propósitos de la tabla anterior se considera como clima cálido aquella zona del territorio nacional que se encuentre por debajo de 1000 m.s.n.m.

Siempre que existan datos históricos confiables sobre el municipio, la dotación neta para el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación de un sistema existente debe basarse en el análisis de los datos de consumo de agua medidos. En este caso la metodología para estimar la dotación neta deberá cubrir los siguientes pasos en orden secuencial:

1. Investigar si para la facturación de consumos de agua en el sistema, se tienen instalados micromedidores a la entrada de cada uno de los sectores hidráulicos de la red y si el nivel de micromedición es mayor que el 80%; si estos se tienen, se deben conseguir registros históricos de consumos para los diferentes usos del agua, durante por lo menos un año y estos no deben tener una antigüedad mayor que 3 años.

Se debe indagar si la información obtenida ya fue objeto de análisis y crítica para descartar aquella proveniente de micromedidores en mal estado de funcionamiento. Si este proceso no se ha realizado se debe analizar en detalle y depurar la información eliminando aquellos valores de consumo, que por ser supremamente bajos o altos indiquen deficiencia en la medida o en la lectura.

2. Verificar las condiciones operativas del sistema de suministro de agua durante el período de análisis de los consumos, para constatar que los usuarios medidos tuvieron pleno abastecimiento. En un sistema en el que exista racionamiento, el consumo medido no es el mejor estimativo de las necesidades reales de un usuario que corresponde a la dotación neta.
3. Optar por instalar algunos micromedidores en acometidas de los usuarios representativos de los principales usos que tenga el agua, si en el municipio en cuestión no existe medición detallada de consumos de agua.

### 3.4.2 Dotación neta por habitante

En caso de que se opte por la última opción para el cálculo de la demanda de agua, la cual corresponde a la proyección de la población, la dotación neta por habitante es función del nivel de complejidad del sistema y sus valores máximos se deben establecer con la tabla B.2.3 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto, mostrada a continuación.

Tabla B.2.3 Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta (L/hab•día ) climas templado y frío	Dotación neta (L/hab•día ) clima cálido
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Tabla 3. Dotación por habitante

Fuente: RAS

Para propósitos de la tabla anterior se considera como clima cálido aquella zona del territorio nacional que se encuentre por debajo de 1000 m.s.n.m.

En el caso de ampliaciones o extensiones a sistemas de acueducto, la dotación neta debe fijarse con base en el análisis de los datos de producción y consumo del sistema sin incluir las pérdidas de agua potable. La dotación debe obtenerse del consumo medio diario por habitante registrado por un año (Ver el literal B.2.8.3.1 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto).

En aquellos municipios en los que sea evidente una carencia notable del recurso agua, el consultor puede tener en cuenta dotaciones por habitante netas inferiores a las establecidas en la tabla B.2.3. del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto. En este caso el consultor debe realizar y guardar un

informe que justifique tal decisión, con el fin de ser enviado, en caso de ser requerido, a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

### **3.4.3 Dotación neta según el uso del agua**

En la evaluación de las dotaciones netas de agua para un municipio, se pueden tener dotaciones diferentes para cada uno de los usos de agua que existan en el municipio: residencial, comercial, industrial, institucional, fines públicos, escuelas y usos en zonas rurales anexas al municipio. Todos estos deben considerarse en las dotaciones y en las demandas de agua, tanto actuales como proyectadas. Sin embargo, para aquellos sistemas de acueducto donde los consumos del uso residencial representen más del 90% del consumo total de agua potable, el cálculo de agua se puede realizar teniendo en cuenta únicamente la dotación neta residencial sumándole a ésta un porcentaje que tenga en cuenta los otros usos en forma agrupada según los datos de consumo existentes. En caso contrario, el cálculo de la demanda de agua potable debe realizarse en forma desagregada para cada uno de los usos principales y para cada uno de ellos el consultor y/o la persona prestadora del servicio deben determinar las dotaciones netas, teniendo en cuenta lo establecido en los siguiente literales.

#### **3.4.3.1 Uso comercial**

Para aquellas zonas del municipio en donde se tenga un uso comercial de agua, se deben tener en cuenta las dotaciones mostradas en la tabla B.2.4 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto.

Tabla B.2.4 Consumo mínimo en comercios

Tipo de instalación	Consumo de agua
Oficinas (cualquier tipo)	20 L/m <sup>2</sup> /día
Locales comerciales	6 L/m <sup>2</sup> /día
Mercados	100 L/local/día
Lavanderías de autoservicio	40 L/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 L/asistente/día
Cines y teatros	6 L/asistente/día

Tabla 4. Consumo mínimo en comercios

Fuente: RAS

### 3.4.3.2 Uso industrial

En caso de que, en el municipio, en la zona objeto del diseño o en la expansión de un sistema de agua potable, exista uso industrial, se deben tener en cuenta las dotaciones establecidas en la tabla B.2.5 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto, mostrada a continuación.

Tabla B.2.5 Consumo de servicio para personal en las industrias

Tipo de instalación	Consumo de agua (L/trabajador/jornada)
Industrias donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen desaseo.	100
Otras industrias	30

Nota: El consumo para el proceso se obtiene para cada caso particular .

Tabla 5. Consumo de servicio para personal en las industrias

Fuente: RAS

Adicionalmente, en caso de que en la zona del municipio objeto del diseño se tengan discriminados los tipos de industria, se deben utilizar las dotaciones establecidas en la tabla B.2.6 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto, mostrada a continuación.



Tabla B.2.6 Consumos para producción de algunos tipos de industria

Industria	Rango de consumo (m <sup>3</sup> /día)
Azucarera	4.5 – 6.5
Química (a)	5.0 – 25.0
Papel y celulosa (b)	40.0 – 70.0
Bebidas (c)	6.0 – 17.0
Textil	62.0 – 97.0
Siderúrgica	5.0 – 9.0
Alimentos (d)	4.5 – 5.0

*Tabla 6. Consumos para producción de algunos tipos de industrias*

*Fuente: RAS*

Notas: a) Variables de acuerdo con el producto.

b) Se indican sólo los índices de celulosa.

c) Se tomó como representativa la cerveza.

d) Se tomó como representativa la industria de alimentos lácteos

### 3.4.3.3 Uso rural

En aquellos casos en que el sistema de acueducto de una cabecera municipal incluya el abastecimiento de agua potable a centros poblados rurales cercanos, el consultor o la persona prestadora del servicio deben utilizar los datos del censo rural para dichos centros con el fin de estimar los consumos futuros del agua potable.

### 3.4.3.4 Uso para fines públicos

Con el fin de incluir el consumo de agua potable para fines públicos, se debe tener en cuenta lo establecido en el literal B.2.3.3 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto, en el cual se establece que en el caso de uso de agua potable para zonas públicas en los servicios de aseo, riego de jardines y parques públicos, fuentes públicas y demás, el consultor debe incluir una demanda de agua adicional estimada entre el 0 y el 3% de consumo medio diario doméstico, siempre y cuando no

existan datos disponibles. En el caso de otros consumos para fines públicos se recomienda tener en cuenta las dotaciones establecidas en la tabla B.2.7., del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto.

Tabla B.2.7 Consumos para fines públicos	
Tipo de instalación	Consumo de agua
Entretenimiento (teatros públicos)	6 L/asiento/día
Deportes al aire libre, con baño y vestidores	150 L/asistente/día
Recreación social (deportivos municipales)	25 L/asistente/día

*Tabla 7. Consumos para fines públicos*

*Fuente: RAS*

### 3.4.3.5 Uso escolar

En aquellos casos en que la zona del municipio objeto del diseño incluya la localización de edificaciones destinadas al uso de actividades docentes y académicas, se deben tener en cuenta las dotaciones establecidas en la tabla B.2.8., del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto.

Tabla B.2.8 Consumo para uso escolar	
Tipo de instalación	Consumo de agua
Educación elemental	20 L/alumno/jornada
Educación media y superior	25 L/alumno/jornada

*Tabla 8. Consumo para uso escolar*

*Fuente: RAS*

### 3.4.3.6 Uso institucional

Las dotaciones máximas para el uso institucional del agua potable, que deben tenerse en cuenta por parte del consultor y/o la persona prestadora del servicio se establecen en la tabla B.2.9 y en la tabla B.2.10, del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto, mostradas a continuación.

Tabla B.2.9 Consumo institucional

Tipo de instalación		Consumo de agua
Salud	Hospitales, clínicas y centros de salud	800 L/cama/día
	Orfanatos y asilos	300 L/huésped/día
Seguridad	Cuarteles	150 L/persona/día
	Cárceles	150 L/interno/día

Tabla B.2.10 Consumo en hoteles

Clasificación	Consumos en hoteles (L/cuarto/día)			
	Municipios Turísticos		Otros municipios	
	Climas templado y frío	Clima cálido	Climas templado y frío	Clima cálido
Gran turismo	1200	2000	600	1000
4 y 5 estrellas	900	1500	450	750
1 a 3 estrellas	600	1000	300	400

Tabla 9. Consumo Institucional y en hoteles

Fuente: RAS

### 3.4.4 Estimación de la dotación neta por comparación con barrios, sectores o municipios similares

En caso que no existan datos en el municipio para el diseño de un nuevo sistema de acueducto o la ampliación del sistema de acueducto existente, los cálculos necesarios para estimar la dotación neta deben realizarse teniendo en cuenta los datos de poblaciones similares.

El consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos para la elección de las poblaciones similares: temperatura media, hidrología, tamaño de la población, localización geográfica, nivel socioeconómico, tamaño del sector comercial y tamaño del sector industrial, entre otros.

Como última opción y cuando no es factible apelar a ninguno de los métodos anteriores se debe recurrir a asignar con criterio una dotación neta a cada uso del agua.

Para el caso de la dotación neta residencial esta asignación debe realizarse dentro de los valores máximos descritos en el literal B.2.5.2. del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto.

### **3.5. Pérdidas de agua en el sistema de acueducto**

Las pérdidas de agua en el sistema de acueducto corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de las plantas potabilizadoras y el volumen de agua entregado a la población y que ha sido medido en las acometidas domiciliarias del municipio.

De acuerdo con sus características, las pérdidas se clasifican en dos grandes grupos: físicas ó técnicas y comerciales.

#### **3.5.1 Pérdidas técnicas en el sistema de acueducto**

Incluyen las fugas en tuberías y accesorios y en estructuras, como reboses en tanques de almacenamiento, plantas de tratamiento, etc. Por lo general estas se subdividen en visibles y no visibles.

Para establecer el porcentaje de pérdidas físicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en el municipio o en la persona prestadora sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde las plantas potabilizadoras, incluidos los consumos requeridos para las operaciones en la red de distribución.

#### **3.5.2 Pérdidas comerciales en la red de distribución**

Las pérdidas comerciales son aquellas relacionadas con el funcionamiento comercial y técnico de la persona prestadora del servicio. Estas pérdidas incluyen las conexiones fraudulentas, los suscriptores que se encuentren por fuera de las bases de datos de facturación de la empresa y los caudales dejados de medir por imprecisión o deficiente operación de los micromedidores domiciliarios.

Para propósitos de diseño de un nuevo sistema de acueducto o la parte nueva de uno existente, el porcentaje de pérdidas comerciales admisibles en la red de distribución debe ser como máximo el 7%. En caso de que la demanda de agua se haya calculado con base en la proyección de suscriptores, dicho porcentaje debe incluirse en el cálculo del caudal de diseño. En aquellos casos en que la demanda se haya calculado con base en la proyección de la población o número de habitantes, las pérdidas comerciales no deben tenerse en cuenta para el cálculo de los caudales de los sistemas de acueducto.

### **3.5.3 Reducción del nivel de pérdidas**

El indicador normalmente utilizado para revisar el nivel de pérdidas es el índice de agua no contabilizada (IANC) que relaciona el volumen total de agua que se suministra a las redes con el volumen total de agua que se factura a los usuarios de éstas en un periodo determinado, expresado en porcentaje.

En aquellos casos en que el IANC, en el momento de iniciar un proyecto que involucre el abastecimiento de agua potable, supere los valores establecidos en el reglamento, el planteamiento del proyecto tiene que incluir el desarrollo e implementación de un programa de reducción del nivel de pérdidas técnicas y comerciales. En todo municipio se debe priorizar el programa de reducción de pérdidas a la ampliación o expansión de cualquier componente del sistema de abastecimiento cuando el IANC sea superior a dichos límites.

Los programas de reducción del nivel de pérdidas técnicas y comerciales, conocidos como programas de agua no contabilizada, exigen de la elaboración de un diagnóstico técnico por componentes del sistema, que incluye recopilación de trabajo técnico y operativo, trabajos de campo y definición de actividades de plan de choque; así mismo, debe realizarse un diagnóstico

sobre los aspectos institucionales, legales, administrativos, financieros y comerciales que permitan elaborar un balance de aguas para llegar a la formulación del plan de reducción de pérdidas. Parte importante de la elaboración de estos diagnósticos, consiste en mantener actualizados de forma permanente los catastros de redes y de usuarios del sistema de acueducto.

En lo posible, la persona prestadora debe establecer control de medición de este tipo de programas, que deben formar parte permanente de las actividades de operación y mantenimiento de la infraestructura, en lo que respecta a las pérdidas físicas. La reducción del nivel de pérdidas en un sistema, redundará en la optimización y buen comportamiento de toda la infraestructura.

### 3.6. Dotación bruta

De acuerdo con la Resolución 2320 de 2009 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la dotación bruta para el diseño de cada uno de los elementos que conforman un sistema de acueducto, indistintamente del nivel de complejidad, se debe calcular teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p} \quad (B. 2.8)$$

*Ecuación 1. Dotación Bruta*

Donde:

$d_{bruta}$ : dotación bruta

$d_{neta}$ : dotación neta

$\%p$ : pérdidas máximas admisibles

El porcentaje de pérdidas máximas admisibles no deberá superar el 25%.

### 3.7. Cálculo de la demanda de agua

#### 3.7.1. Proyección de la demanda de agua

Para llevar a cabo la proyección de la demanda de agua, en el municipio o en parte de éste, la persona prestadora del servicio de acueducto debe contar con datos de demanda de los últimos 10 años con una frecuencia bimestral, con esta información se debe hacer un análisis estadístico detallado con el fin de encontrar la curva que mejor ajuste el crecimiento de la demanda de agua en ese período. Una vez realizado el análisis, se debe proceder a proyectar la demanda de agua, siguiendo la demanda de agua misma curva, hasta el último año del período de diseño. En este caso, adicionalmente, es necesario cotejar dicha proyección de la demanda de agua con la demanda de agua requerida para la población de saturación, de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial, para el municipio o la zona del municipio objeto del diseño.

#### 3.7.2 Demanda de agua por suscriptores

##### 3.7.2.1 Caudal medio diario

El caudal medio diario, Qmd, corresponde al promedio de los consumos diarios de caudal en un período de un año, proyectado al horizonte de diseño, el cual debe calcularse utilizando la siguiente ecuación:

$$Qmd = \frac{No.suscriptores \times d_{bruta}}{30} \quad (B. 2.9)$$

*Ecuación 2. Caudal medio diario*

Donde:

Qmd: caudal medio diario

dbruta: dotación bruta, dada en metros cúbicos/suscriptor mes. En esta ecuación 30 representa el número de días en el mes.

### 3.7.2.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas a lo largo de un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k1, como se indica en la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd \times k_1 \quad (B. 2.10)$$

*Ecuación 3. Caudal máximo diario*

Donde:

QMD: caudal máximo diario

Qmd: caudal medio diario

k1: coeficiente de consumo máximo diario

El coeficiente de consumo máximo diario, k1, se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un período mínimo de un año.

En caso de sistemas nuevos, el valor del coeficiente de consumo máximo diario, k1, será 1.30.

### 3.7.2.3 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k2, según la siguiente ecuación:



$$QMH = QMD \times k_2 \quad (B. 2.11)$$

*Ecuación 4. Caudal máximo horario*

Donde:

QMH: caudal máximo horario

Qmd: caudal medio diario

K2: coeficiente de consumo máximo horario

El coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario,  $k_2$ , puede calcularse, para el caso de ampliaciones o extensiones de sistemas de acueducto, como la relación entre el caudal máximo horario, QMH, y el caudal máximo diario, QMD, registrados durante un período mínimo de un año, sin incluir los días en que ocurran fallas relevantes en el servicio.

En el caso de sistemas de acueductos nuevos, el coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario,  $k_2$ , corresponde a un valor comprendido entre 1.3 y 1.7 de acuerdo con las características locales.

### **3.7.3. Demanda de agua por población**

#### **3.7.3.1 Caudal medio diario**

El caudal medio diario, Qmd, es el caudal calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Qmd = \frac{p \times d_{bruta}}{86400} \quad (B. 2.12)$$

*Ecuación 5. Promedio de consumo diario*

En este caso,  $p$  representa el número de habitantes proyectado y la dotación bruta debe estar dada en L/hab\*día.

#### **3.7.3.2 Caudal máximo diario**

Para el cálculo del caudal máximo diario correspondiente a las proyecciones de población, se debe tener en cuenta lo establecido en el literal B. 2.8.2.2 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto.

#### **3.7.3.3 Caudal máximo horario**

Para el cálculo del caudal máximo horario en aquellos casos en que se utilice la proyección de población, se debe tener en cuenta lo establecido en el literal B.2.8.2.3 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto.

#### **3.7.4 Gran consumidor**

De acuerdo con lo establecido en el artículo 17 del Decreto 302 del 2000, y la Resolución 151 de 2001 de la Comisión de Regulación Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), se define como gran consumidor de un sistema de acueducto todo aquel suscriptor que durante 6 meses continuos supere en consumo los 1000 metros cúbicos mensuales.

Sin embargo, para el nivel de complejidad del sistema medio se recomienda que a aquel consumidor que durante los últimos seis meses tenga un consumo superior a los 500 m<sup>3</sup>/mes se le dé un tratamiento de gran consumidor, para el nivel de complejidad del sistema bajo, esta recomendación aplica cuando dicho valor sea superior a 300 m<sup>3</sup>/mes.

### **3.7.5 Curva de variación horaria de la demanda**

Para todos los niveles de complejidad del sistema debe construirse la curva de demanda que defina la variación del consumo a lo largo del día, con el fin de establecer la necesidad y la magnitud de un posible almacenamiento.

Para el nivel de complejidad del sistema bajo los datos para elaborar las curvas de demanda horarias de cada población o zona abastecida pueden pertenecer a la localidad en estudio o a una localidad que presenta características semejantes, en términos de nivel socioeconómico, de costumbres y de clima.

Para los niveles de complejidad del sistema medio, medio alto y alto debe contarse con curvas de demanda horarias de cada población o zona abastecida.

Una vez que la persona prestadora del servicio haya establecido su curva de demanda, ésta podrá utilizarse para calcular los coeficientes de mayoración  $k_1$  y  $k_2$  de los literales B.2.8.2.2. y B.2.8.2.3 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto, para sus futuros proyectos de acueducto.

### **3.8. Caudal de incendios**

Para la definición de los caudales de incendio, el diseño debe tener en cuenta la distribución predial de la zona a ser abastecida, estableciendo las zonas residenciales, las zonas residenciales de alta densidad, las zonas comerciales y/o las zonas industriales. Para cada una de ellas se debe definir el número de hidrantes y su localización (Ver literales B.7.7.12.4 y B.7.7.12.5 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto) además de su caudal unitario (Ver literal B.7.7.12.2 del Reglamento

Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, Sistemas de Acueducto).

### **3.8.1. Demanda mínima contra incendios para el nivel de complejidad del sistema bajo y medio**

Para poblaciones correspondientes a los niveles de complejidad del sistema bajo y medio, el consultor debe justificar si la protección contra incendio se considera necesaria.

Sin embargo, se tendrá en cuenta que la presión requerida para la protección contra incendios puede obtenerse mediante el sistema de bombas del equipo del cuerpo de bomberos y no necesariamente de la presión en la red de distribución. Además, deben considerarse las siguientes especificaciones:

1. Los hidrantes se instalarán preferiblemente en las tuberías matrices con la capacidad para conducir al menos 5 L/s y descargarán un caudal mínimo de 5 L/s.
2. Se recomienda una distancia máxima de 300 m entre los hidrantes. La disposición final de los hidrantes debe ser recomendada por el diseñador de acuerdo con las exigencias de la zonificación urbana.

### **3.8.2 Demandas mínimas contra incendios para los niveles de complejidad del sistema medio alto y alto**

La demanda mínima contra incendios debe estimarse teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

1. Para municipios con una población menor a 20.000 habitantes, cualquier incendio, independiente del uso de la zona en que ocurra debe ser atendido por un hidrante con un caudal mínimo de 5 L/s.

2. Para municipios con poblaciones entre 20.000 y 60.000 habitantes, los incendios que ocurran en zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales deben ser servidos por tres hidrantes, bajo uso simultáneo, cada uno de ellos con un caudal mínimo de 5 L/s. Los incendios en las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidos por un solo hidrante con un caudal mínimo de 5 L/s.

3. Para municipios con poblaciones entre 60.000 y 100.000 habitantes, los incendios que ocurran en zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales deben ser servidos por tres hidrantes, bajo uso simultáneo, cada uno de ellos con un caudal mínimo de 5 L/s. Los incendios en las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidos por dos hidrantes en uso simultáneo, cada uno con un caudal mínimo de 5 L/s.

4. Para municipios con más de 100.000 habitantes, los incendios que ocurran en zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales deben ser servidos por cuatro hidrantes, bajo uso simultáneo, cada uno de ellos con un caudal mínimo de 10 L/s. Los incendios en las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidos con dos hidrantes en uso simultáneo, cada uno con un caudal mínimo de 10 L/s.

## **Capítulo 4: Metodología, Variables Sugeridas para el Caso de Estudio**

En este capítulo, se formará una base conceptual acerca de las variables que permiten estimar el crecimiento de la población del municipio de Puerto Colombia, mediante una valoración cuantitativa y comparativa para determinar el crecimiento urbano del municipio de Puerto Colombia a partir del análisis de demanda de agua; identificando tendencias de aumento de población, que sirvan como un instrumento para la planeación territorial.

La metodología aplicada se basa en mostrar inicialmente la expansión urbana en distintos sectores del municipio de Puerto Colombia mediante observación de fotografías aéreas usando la herramienta Google Earth; también se realizarán tablas y gráficas de la proyección de población de acuerdo con los registros del censo del DANE 2005, los cuales se comparan con los registros de número de suscriptores de acueducto y con el volumen de metros cúbicos facturados mensualmente por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP entre el año 2009 y abril de 2017 con la finalidad de calcular con ambos registros la población estimada para el municipio y confirmar la tendencia del crecimiento de la población en Puerto Colombia.

### **4.1. Proyección de Población con datos oficiales**

#### **Concepto**

Son los datos de población entre los años 2005 y 2020 tomados del censo del DANE 2005. Se analizarán los valores correspondientes al periodo 2009 a 2017.

#### **Información Requerida**

Censo Poblacional

**Unidad de Medida**

Habitantes

**Fuente de Información**

Censo DANE 2005

**Relevancia de la Información**

La información tomada del censo DANE 2005 muestra la proyección de la población entre los años 2005 y 2020 en el municipio de Puerto Colombia, con la finalidad de analizar el comportamiento del crecimiento poblacional entre los años 2009 y 2017.

**Metodología**

Tomar datos del censo DANE 2005, tabularlos y realizar gráfica de proyección de población, la cual se convierte en una información de carácter oficial que permitirá realizar un análisis comparativo con los resultados de los cálculos de otras variables como número de suscriptores y metros cúbicos facturados del sistema de acueducto de Puerto Colombia.

**4.2. Número de Suscriptores del servicio de Acueducto****Concepto**

Los suscriptores de acueducto son los usuarios o abonados que aparecen registrados en la póliza del servicio prestado por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP.

**Información Requerida**

Número de pólizas residenciales y no residenciales del año 2009 al mes de abril de 2017. Se toman datos suministrados por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP a partir del año 2009; debido a que en los años anteriores pueden existir deferencias en los reportes por efecto de migraciones de suscriptores a la base de datos de Barranquilla (Atlántico).

**Unidad de Medida**

Suscriptores

**Fuente de Información**

Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP

**Relevancia de la Variable**

Permite determinar el Número de suscriptores de acueducto, residencial y no residencial del año 2009 al mes de abril de 2017.

**Metodología**

El número total de suscriptores se obtiene a partir de información suministrada por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP, en la que muestra la cantidad de pólizas de acueducto, residenciales y no residenciales del año 2009 al mes de abril de 2017, con la finalidad de realizar un análisis comparativo con los resultados de los cálculos de proyección de población, según censo DANE 2005.



### **4.3. Número de Habitantes por Vivienda**

#### **Concepto**

Corresponde al número de personas por vivienda en Puerto Colombia.

#### **Información Requerida**

Número de habitantes

#### **Unidad de Medida**

Habitantes

#### **Fuente de Información**

Censo DANE 2005

Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP

#### **Relevancia de la Variable**

Permite conocer el Número de habitantes por vivienda.

#### **Metodología**

Con el número total de suscriptores a abril de 2017 y el número de habitantes por vivienda en Puerto Colombia, se calcula un valor estimado de población que se comparará con los valores de las proyecciones oficiales del DANE 2005 con la finalidad de determinar el crecimiento urbano del municipio de Puerto Colombia.

#### Valores de referencia

- Valor promedio de personas por hogar en Colombia: 3.9.

Tomado del boletín DANE 2005 del 13/09/2010, página 1 de 6.

- Valor promedio de personas por hogar en Región Atlántica: 4.3

Tomado de la encuesta Nacional de Calidad de Vida 2008. Cuadro 01. Viviendas, hogares y personas, según regiones del país.

- Valor promedio de personas por hogar. Diseños de acueducto y alcantarillado: 5.0 Valores de referencia de la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP

- Valor recomendado para este estudio: 4.5

#### **4.4. Metros Cúbicos de agua Facturados**

##### **Concepto**

Son los metros cúbicos de agua del sistema de acueducto, facturado a los suscriptores o abonados de la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP.

##### **Información Requerida**

Cantidad de metros cúbicos de agua facturada mensualmente a los abonados residenciales y no residenciales del año 2009 al mes de abril de 2017. Se toman datos a partir del año 2009, debido a

que en los años anteriores pueden existir deferencias en los reportes por efecto de migraciones de suscriptores a la base de datos de Barranquilla (Atlántico).

**Unidad de Medida**

Cantidad de metros cúbicos o volumen de agua de acueducto

**Fuente de Información**

Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP

**Relevancia de la Variable**

Permite determinar la cantidad de metros cúbicos de agua facturada mensualmente a cada suscriptor o abonado.

**Metodología**

La cantidad de metros cúbicos de agua de acueducto se obtiene a partir de información suministrada por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP en la que muestra el volumen facturado del año 2009 al mes de abril de 2017

**4.5. Dotación por Habitante****Concepto**

La dotación corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un suscriptor o de un habitante, dependiendo de la forma de proyección de la demanda

de agua, sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. Información tomada del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

### **Información Requerida**

Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema

### **Unidad de Medida**

Lt/Hab\*día

### **Fuente de Información**

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Título B, B.2.5.

### **Relevancia de la Variable**

Permite conocer la dotación por habitante

### **Metodología**

Con la cantidad de metros cúbicos de agua facturada de acueducto a abril de 2017 y la dotación por habitante, se calcula un valor estimado de población que se comparará con los valores de las proyecciones oficiales del DANE 2005, con la finalidad de confirmar la tendencia de crecimiento urbano del municipio de Puerto Colombia.

Valores de referencia

Dotación por habitante: 150 L/hab\*día x 1.15 (% usos para fines públicos y otros usos)

Valor recomendado de dotación por habitante, para el caso estudio: 172.5 L/hab\*día

## Capítulo 5: Aplicación de Metodología y Cálculo de Variables

En este capítulo se aplica la metodología para calcular datos estimados de población que permitan analizar el crecimiento urbano del municipio de Puerto Colombia y emitir las conclusiones y posibles propuestas.

### 5.1. Selección del Área de Estudio Piloto

Para el estudio CRECIMIENTO URBANO, Infraestructura para el desarrollo, Municipio de Puerto Colombia, Atlántico, se ha escogido al municipio de Puerto Colombia, perteneciente al Área Metropolitana de Barranquilla, localizado en la parte norte del departamento del Atlántico, zona costera entre Barranquilla y Cartagena, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas  $10^{\circ} 59' 2''$  de latitud Norte y a  $74^{\circ} 57' 2''$  de longitud Oeste, con una altitud promedio de 15 m.s.n.m., a una distancia desde su cabecera municipal de 13 kilómetros de Barranquilla, capital del departamento. Su extensión aproximada es de 93 km<sup>2</sup> y con temperatura media de 27,8 °C.



Ilustración 24. Localización del municipio de Puerto Colombia

Fuente: Página municipio de Puerto Colombia. <http://puertocolombia-atlantico.gov.co/presentacion.shtml>

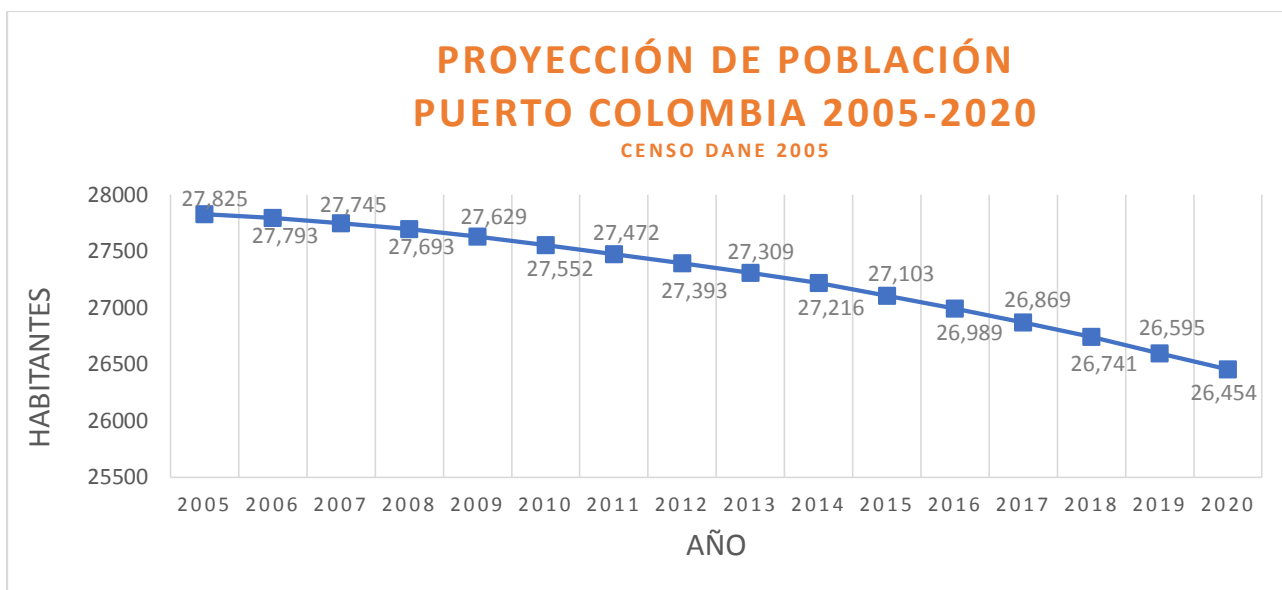
## **5.2. Estudio de Caso e implementación de Las Variables**

Corresponde al Municipio de Puerto Colombia, perteneciente al Área Metropolitana de Barranquilla.

## **5.3. Proyección de Población: Censo DANE 2005**

La información tomada del censo DANE 2005 muestra la proyección de la población entre los años 2005 y 2020 en el municipio de Puerto Colombia, en la que se evidencia un decrecimiento de la población; circunstancia contraria al fenómeno de crecimiento urbano y poblacional actual, propiciado entre otros por los siguientes hechos generadores: El crecimiento acelerado de la ciudad de Barranquilla hacia los límites con su área metropolitana; la disponibilidad de tierras con potencial en la jurisdicción del municipio de Puerto Colombia y su cercanía con la ciudad de Barranquilla; la ampliación del acueducto de Puerto Colombia en el año 1994 y la posterior incorporación en 1997 de la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP como operador del sistema de acueducto, alcantarillado y aseo; y el atractivo turístico, ambiental e histórico presente en la jurisdicción y su cercanía con sitios de interés de los departamentos de Atlántico y Bolívar.

En la tabla gráfica 1 se muestra que la proyección de la población es decreciente, en virtud de que los resultados indican que en 2009 se tendrían 27.629 habitantes y en el 2017 la proyección sería de 26.869 habitantes; arrojando una variación de -2.8%.



Gráfica 1. Proyección de Población en Puerto Colombia 2005-2020

Fuente: Censo DANE 2005-2020

#### 5.4. Número de Suscriptores del servicio de Acueducto

De datos suministrados por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A.ESP, se toma la información del número de pólizas residenciales y no residenciales del año 2009 al mes de abril de 2017; escogiendo datos a partir del año 2009, debido a que en los años anteriores pueden existir deferencias en los reportes por efecto de migraciones de suscriptores a la base de datos de Barranquilla (Atlántico).

Los resultados obtenidos en la gráfica 2 muestran que en el mes de diciembre de 2009 se tenían 6.653 suscriptores de acueducto y al mes de abril de 2017 se registran 12.427, evidenciándose un incremento del 86.8% en el número de pólizas correspondientes a la misma cantidad de suscriptores o abonados.



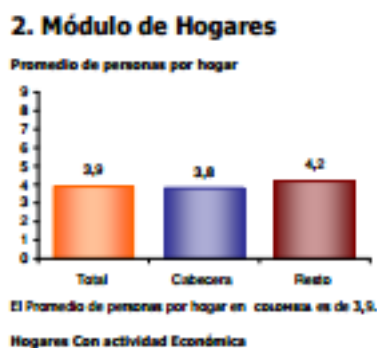
Gráfica 2. Número de Suscriptores del Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017

Fuente: Gráfica construida a partir de información suministrada por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A.ESP

### 5.5. Número de Habitantes por vivienda

Con el número de habitantes por vivienda en Puerto Colombia, estimado en 4.5 y el número de suscriptores se calcula la población aproximada anual desde 2009 a abril de 2017; siendo 12.427 el dato correspondiente a abril de 2017.

En la gráfica No. 3 y tabla No.10 se muestran datos que sustentan el valor promedio del número de personas por vivienda.



Gráfica 3. Promedio de Personas por Hogar en Puerto Colombia

Fuente: Censo DANE 2005



## Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2008

## Cuadro 01

## Viviendas, hogares y personas, según regiones del país y área (Cabecera y

Regiones y Áreas	Viviendas	Hogares	Personas	Hogares por vivienda	Personas por hogar
	Total	Total	Total	Promedio	Promedio
<b>Total nacional</b>					
<b>Total</b>	11 368 306	11 815 800	44 045 832	1,0	3,7
<b>Cabecera</b>	8 825 407	9 210 566	33 545 035	1,0	3,6
<b>Resto</b>	2 542 899	2 605 234	10 500 797	1,0	4,0
<b>Región Atlántica</b>					
<b>Total</b>	2 121 197	2 198 371	9 445 469	1,0	4,3
<b>Cabecera</b>	1 572 286	1 631 104	6 877 417	1,0	4,2
<b>Resto</b>	548 911	567 267	2 568 052	1,0	4,5

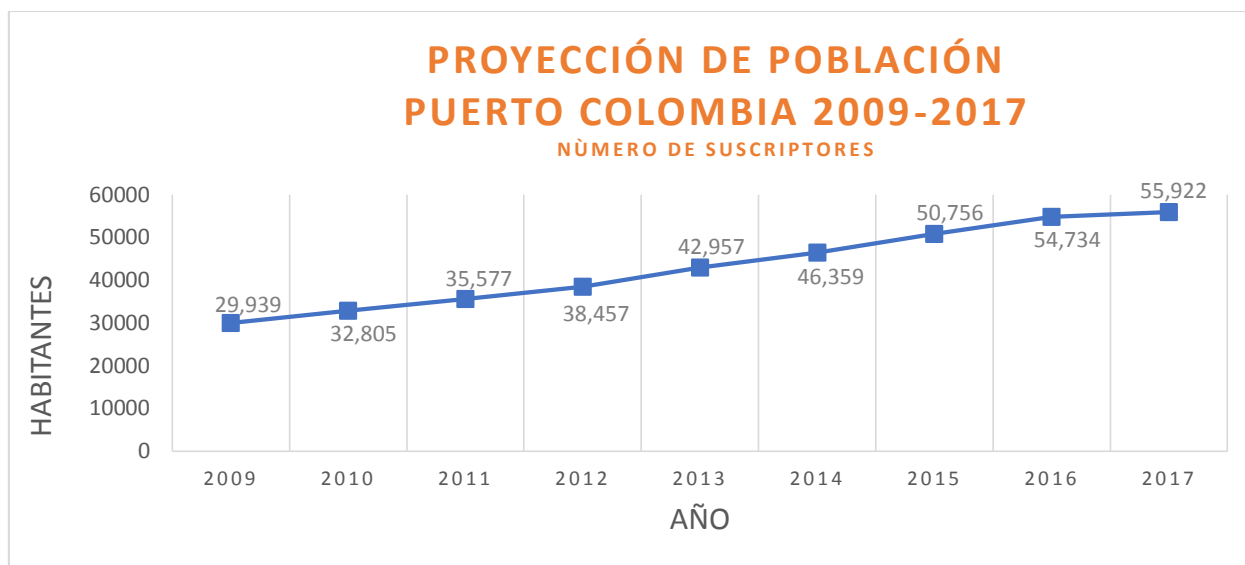
Tabla 10. Promedio de personas por hogar en Colombia y Región Atlántica

Fuente: Encuesta de Calidad de Vida 2008

**5.6. Proyección de Población: Número de Suscriptores \* Habitantes/Vivienda**

Con el número total de habitantes por vivienda en Puerto Colombia, estimado en 4.5 y el número de suscriptores de acueducto, se calcula que la población aproximada en el mes de diciembre de 2009 era de 29.939 habitantes y al mes de abril de 2017 se registran 55.922 habitantes.

En la gráfica 4 se muestran los resultados del cálculo aproximado de la población entre el año 2009 y abril de 2017, a partir del número de suscriptores o abonados de acueducto y el número de habitantes por vivienda.



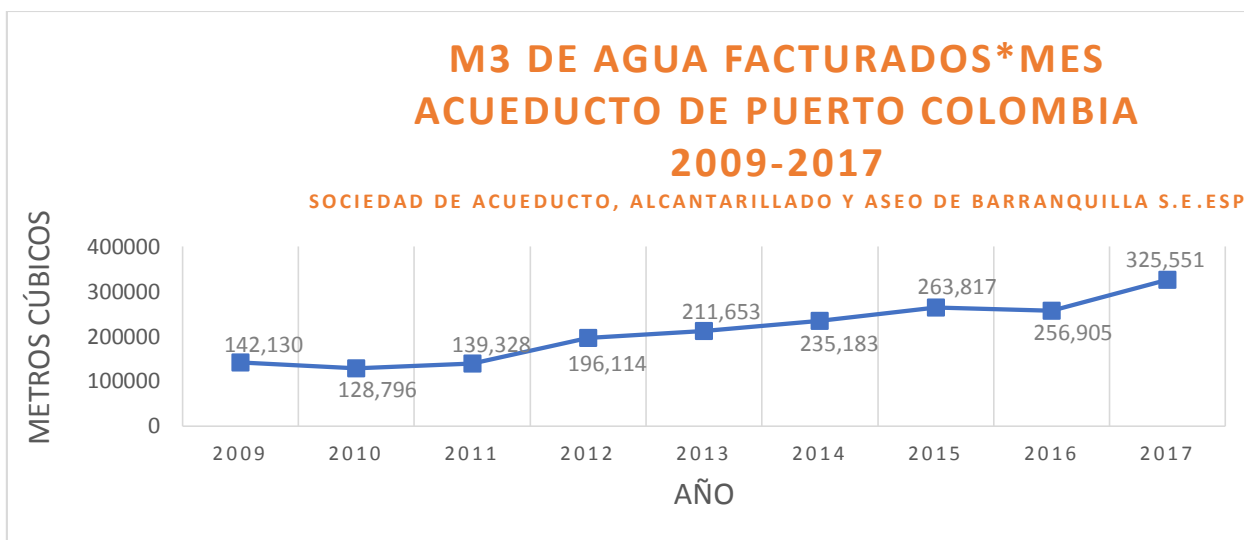
*Gráfica 4. Proyección de Población por Número de Suscriptores del Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017*

*Fuente: Trabajo propio*

Comparando el resultado de 55.922 habitantes con la proyección de población oficial al año 2017 correspondiente a 26.869 habitantes (Censo DANE 2005) se evidencia un crecimiento aproximado de población de 29.053 habitantes; equivalente a un incremento del 108.1% en número de habitantes del municipio de Puerto Colombia.

### **5.7. Metros Cúbicos de Agua Facturados**

Los resultados obtenidos en la gráfica 5 muestran que en el mes de diciembre de 2009 se facturaron 142.130 metros cúbicos (m3) de agua y 325.551 metros cúbicos (m3) hasta abril de 2017; lo que indica que en este periodo se presentó un incremento de 183.441 metros cúbicos (m3), equivalente a un 129.1% del volumen de agua facturada a los suscriptores o abonados del acueducto de Puerto Colombia.



Gráfica 5. Metros Cúbicos de Agua Facturada a los Suscriptores del Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017

Fuente: Gráfica construida a partir de información suministrada por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A.ESP

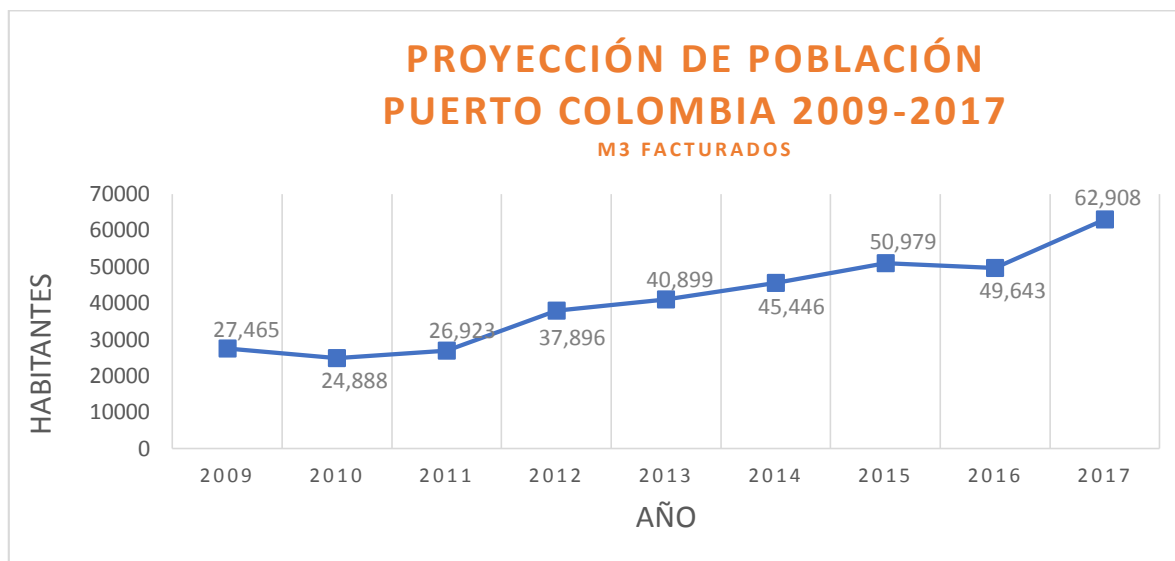
### 5.8. Dotación Neta por Habitante

Con la dotación por habitante, correspondiente a 172.5 L/hab\*día y un volumen de agua facturada de 325.551 hasta abril de 2017, se calcula la población aproximada al año 2017.

### 5.9. Proyección de Población: Metros Cúbicos de agua Facturados \* Dotación por Habitante

Para una dotación por habitante de 172.5 L/hab\*día para clima cálido y nivel alto de complejidad y el volumen de agua facturada a los suscriptores o abonados del acueducto de Puerto Colombia, determinado en 142.130 m<sup>3</sup> a diciembre del año 2009 y 325.551 m<sup>3</sup> hasta abril de 2017, se calcula que la población aproximada al año 2009 era de 27.465 habitantes y para 2017 de aproximadamente 62.908 habitantes.

En la gráfica 6 se muestran los resultados del cálculo aproximado de la población entre el año 2009 y abril de 2017, a partir de la cantidad de la cantidad de agua facturada y la dotación por habitante.



Gráfica 6. Proyección de Población por Metros Cúbicos de Agua Facturada Mensualmente a Suscriptores del Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017

Fuente: Trabajo propio

Lo anterior indica que se presentó un incremento de volumen de 183.421 metros cúbicos facturados entre diciembre de 2009 y abril de 2017 y por consiguiente un posible aumento de la población en el mismo periodo de 36.039 habitantes; equivalente a un incremento del 134.1% en número de habitantes del municipio de Puerto Colombia.

## 5.10. Proyección de Población: Conclusiones

En el municipio de Puerto Colombia se han presentado en las dos últimas décadas situaciones o hechos generadores que han propiciado su gran crecimiento; entre los que se encuentran:

El crecimiento acelerado de la ciudad de Barranquilla hacia los límites con su área Metropolitana; La disponibilidad de tierras con potencial en la jurisdicción del municipio de Puerto Colombia y su cercanía con la ciudad de Barranquilla; Ampliación del acueducto de Puerto Colombia en el año 1994 y la posterior incorporación en 1997 de la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A.ESP como operador especializado del sistema de acueducto, alcantarillado y aseo; y El atractivo turístico, ambiental e histórico presente en la jurisdicción y su cercanía con sitios de interés turístico de los departamentos de Atlántico y Bolívar.

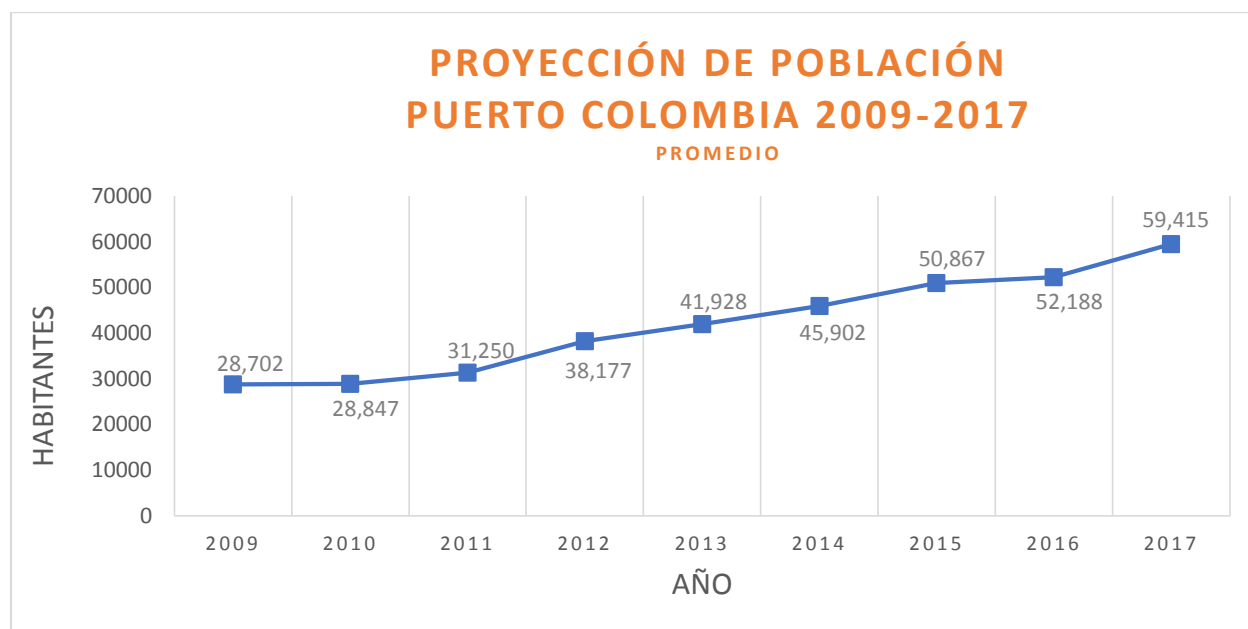
En virtud de los resultados de proyección de población realizados en desarrollo de este trabajo, se estima lo siguiente:

De acuerdo con el censo DANE 2005, el municipio de Puerto Colombia tendría en el 2017 una población aproximada de 26.869 habitantes, mostrando en los años siguientes un comportamiento decreciente.

Al realizar la proyección de población tomando datos del Número de suscriptores entre los años 2009 y abril de 2017, con un estimativo de 4.5 habitantes por vivienda, se determinó que el municipio de Puerto Colombia podría contar en 2017 con aproximadamente 55.922 habitantes.

Proyectando la población a partir del volumen de metros cúbicos de agua facturados mensualmente a los suscriptores o abonados del servicio de acueducto de Puerto Colombia y asignando una dotación bruta de 172.5 litros por habitante\*día, se estima que el municipio contaría con 62.908 habitantes en el año 2017.

Promediando los resultados obtenidos con los datos del número de suscriptores y metros cúbicos facturados mensualmente, la proyección de la población para Puerto Colombia en 2017 sería de 59.415 habitantes.



*Gráfica 7. Proyección de Población: Promedio de Resultados de Población obtenidos del Número de Suscriptores y Metros Cúbicos de Acueducto Facturados por mes por el Acueducto de Puerto Colombia 2009-2017*

*Fuente: Trabajo propio*

Analizando el crecimiento que se ha presentado en la última década en relación con el número de suscriptores del servicio de acueducto y el volumen de agua facturada mensualmente a los suscriptores de acueducto, podemos concluir que lo más seguro es que la población de Puerto Colombia se haya duplicado de 26.869 habitantes en 2017 de acuerdo con el censo DANE 2005 a aproximadamente 59.415 habitantes.

Sustentado en los siguientes resultados:

5.10.1. Resultados de Proyección de Población. Se muestra la proyección de población según censo del DANE 2005.

RESULTADOS INDIVIDUALES			
PROYECCIÓN DE POBLACION	POBLACIÓN * AÑO		VARIACIÓN
	2009	2017	
CENSO DANE 2005	27,629	26,869	-2.8
NUMERO DE SUSCRIPTORES*HABITANTE/VIVIENDA	29,939	55,922	86.8
M3 DE AGUA FACTURADOS*DOTACION/HABITANTE	27,465	62,908	129.1

Tabla 11. Resultados de proyección de población

Fuente: Elaboración propia

5.10.2. Comparación censo DANE 2005 con Número de Suscriptores\*Habitantes/Vivienda. Se realizó comparación de resultados la proyección de población del censo DANE 2005 con el cálculo de población mediante el número de suscriptores multiplicado por el número de habitantes por vivienda.

COMPARACION CENSO DANE 2005 - NUMERO SUSCRIPTORES*HABITANTE/VIVIENDA		
PROYECCIÓN DE POBLACION	POBLACIÓN * AÑO	
	2009	2017
CENSO DANE 2005	27,629	26,869
NUMERO DE SUSCRIPTORES*HABITANTE/VIVIENDA	29,939	55,922
DIFERENCIA	2,310	29,053
%	8.4	108.1

Tabla 12. Comparación de Resultados de proyección de población Censo DANE 2005-Número de Suscriptores

Fuente: Elaboración propia

5.10.3. Comparación censo DANE 2005 con Metros Cúbicos facturados\*Dotación por Habitante. La proyección de población del censo DANE 2005 se comparó con el cálculo de población mediante la operación de multiplicar el volumen de metros cúbicos de agua facturados en 2009 y 2017 con la dotación por habitante.

COMPARACION CENSO DANE 2005 - M3 DE AGUA FACTURADOS*DOTACION/HABITANTE		
PROYECCIÓN DE POBLACION	POBLACIÓN * AÑO	
	2009	2017
CENSO DANE 2005	27,629	26,869
M3 DE AGUA FACTURADOS*DOTACION/HABITANTE	27,465	62,908
DIFERENCIA	-164	36,039
%	-0.6	134.1

Tabla 13. Comparación de Resultados de proyección de población Censo DANE 2005-M3 de agua facturados

Fuente: Elaboración propia

5.10.4. Comparación de Metros Cúbicos facturados\*Dotación por Habitante con Número de Suscriptores\*Habitante/Vivienda. La proyección de población del censo DANE 2005 S se comparó con el cálculo de población mediante la operación de multiplicar el volumen de metros cúbicos de agua facturados en 2009 y 2017 con la dotación por habitante.

COMPARACION M3 DE AGUA FACTURADOS*DOTACION/HABITANTE - NUMERO DE SUSCRIPTORES*HABITANTE/VIVIENDA		
PROYECCIÓN DE POBLACION	POBLACIÓN * AÑO	
	2009	2017
NUMERO DE SUSCRIPTORES*HABITANTE/VIVIENDA	29,939	55,922
M3 DE AGUA FACTURADOS*DOTACION/HABITANTE	27,465	62,908
DIFERENCIA	-2,474	6,987
%	-8.3	12.5
POBLACIÓN PROMEDIO	28,702	59,415

Tabla 14. Comparación de Resultados de proyección de población M3 facturados - Número de Suscriptores

Fuente: Elaboración propia

#### 5.10.5. Tendencias de demanda de agua como instrumento para la planeación territorial.

De acuerdo con los resultados obtenidos, consideramos que el municipio de Puerto Colombia continuará con el proceso de crecimiento urbano en los siguientes años, aumentando su población, en virtud de que el sector de la construcción adelanta actualmente proyectos que cuentan con factibilidades de servicio de acueducto aprobadas y diseños en trámite de aprobación por parte de



la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. ESP, que significan entre diez mil y quince mil habitantes adicionales en los próximos dos años; sumado a que en la zona se han iniciado proyectos de gran magnitud como la Circunvalar de la Prosperidad, entre otros; pero la gran preocupación es que desde hace unos diez años se han anunciado proyectos para ensanchar el sistema de acueducto y no se ha logrado definir aspectos técnicos, prediales y financieros que permitan brindar a tiempo avances en infraestructura, la cual está dando avisos de colapso.

En definitiva, es importante resaltar que se debe propender por el cumplimiento del plan de inversiones de las obras propuestas por la Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A.ESP, para atender las necesidades del crecimiento urbano; teniendo en cuenta que actualmente los problemas en su orden son:

- Calidad de Agua en verano por efectos de la cuña salina: descensos del nivel del Río Magdalena.
- Capacidad de producción en las plantas de tratamiento: caudal prácticamente agotado por incremento de la población.
- Mejoras en la operación: evitar bombeo contra la red desde el tanque de Salgar y construcción de tanques para regular presiones y atender por gravedad.

Lo anterior implica que se debe iniciar de manera urgente por el traslado de la bocatoma, construcción de los nuevos módulos de tratamiento con capacidad de 300 lps y la construcción del tanque Cupino; debido a que los problemas actuales son de calidad y caudal de agua para abastecer a la población actual y futura de Puerto Colombia.

#### Bibliografía

- Amézquita, L. (2015). *De los Andes al Litoral*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- Bankirer, M. (2000). *Nuevas Formas de Movilidad*. Argentina: Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Bazant, J. (2001). *Periferias Urbanas. Expansión urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto en el medio ambiente*. México, D.F.: Trillas, S.A de C.V.
- Benavente, F. A. (2006). Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en automatas celulares. *Laboratorio de Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Granada, España*.
- Codazzi, I. G. (2008). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Ferraris, S. (2008). El crecimiento poblacional como objeto de análisis. *Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Buenos Aires, Argentina*.
- García - Montalvo, J. (2002). Tipos de interés y precios de la vivienda. *La Vanguardia*, 76.
- Massiris, Á. (2005). *Fundamentos conceptuales y metodológicos del ordenamiento territorial*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. RAS. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS*. Bogotá: <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULOBO%20030714.pdf>.
- Norte, U. d. (2015). *Un Norte para Puerto Colombia*. Puerto Colombia: Universidad del Norte.
- ONU-Habitat. (2012). *Estado de las ciudades de America latina y del Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.
- Salazar, A., & Pineda, N. (2010). *Escenarios de demandas y políticas para la administración del agua potable en México*. México: Programa de Estudios Políticos y de Gestión Pública de El Colegio de Sonora.
- Vargas, E. (2014). *Infraestructura para el desarrollo. Apuntes desde el contexto de Bogotá*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

## Anexos

### *Anexo 1. Número de pólizas o suscriptores por año. 2009-2017*

<b>NÚMERO DE PÒLIZAS (SUSCRIPTORES)</b> <b>ACUEDUCTO DE PUERTO COLOMBIA - ATLÀNTICO</b> <b>2009 - 2017</b>	
<b>AÑO</b>	<b>PÒLIZAS DE ACUEDUCTO</b>
2009	6,653
2010	7,290
2011	7,906
2012	8,546
2013	9,546
2014	10,302
2015	11,279
2016	12,163
2017	12,427

### *Anexo 2. Metros cúbicos facturados mensualmente. 2009-2017*

<b>M3 DE AGUA FACTURADOS</b> <b>ACUEDUCTO DE PUERTO COLOMBIA - ATLÀNTICO</b> <b>2009 - 2017</b>	
<b>AÑO</b>	<b>M3 FACTURADOS (QMH)</b>
2009	142,130
2010	128,796
2011	139,328
2012	196,114
2013	211,653
2014	235,183
2015	263,817
2016	256,905
2017	325,551

*Anexo 3. Proyección de Población según Censo DANE. 2005-2020*

<b>PROYECCIÓN DE POBLACIÓN PUERTO COLOMBIA - ATLÁNTICO CENSO DANE 2005 - 2020</b>	
<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>
2005	27,825
2006	27,793
2007	27,745
2008	27,693
2009	27,629
2010	27,552
2011	27,472
2012	27,393
2013	27,309
2014	27,216
2015	27,103
2016	26,989
2017	26,869
2018	26,741
2019	26,595
2020	26,454

*Anexo 4. Proyección de Población según Número de Suscriptores. 2009-2017*

<b>PROYECCIÓN DE POBLACIÓN NÚMERO DE SUSCRIPTORES ACUEDUCTO DE PUERTO COLOMBIA - ATLÁNTICO 2009 - 2017</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PÓLIZAS DE ACUEDUCTO</b>	<b>HABITANTESxVIVIENDA</b>	<b>POBLACIÓN</b>
2009	6,653	4.5	29,939
2010	7,290	4.5	32,805
2011	7,906	4.5	35,577
2012	8,546	4.5	38,457
2013	9,546	4.5	42,957
2014	10,302	4.5	46,359
2015	11,279	4.5	50,756
2016	12,163	4.5	54,734
2017	12,427	4.5	55,922

*Anexo 5. Proyección de Población según. M3 Facturados mensualmente. 2009-2017*

<b>PROYECCIÓN DE POBLACIÓN</b> <b>CANTIDAD DE M3 FACTURADOS</b> <b>ACUEDUCTO DE PUERTO COLOMBIA - ATLÁNTICO</b> <b>2009 - 2017</b>			
<b>AÑO</b>	<b>M3 FACTURADOS (QMH):M3/MES</b>	<b>DOTACIÓN BRUTA: Lts/(Hab*día)</b>	<b>POBLACIÓN</b>
2009	142,130	172.5	27,465
2010	128,796	172.5	24,888
2011	139,328	172.5	26,923
2012	196,114	172.5	37,896
2013	211,653	172.5	40,899
2014	235,183	172.5	45,446
2015	263,817	172.5	50,979
2016	256,905	172.5	49,643
2017	325,551	172.5	62,908

*Anexo 6. Proyección de Población. Promedio 2009-2017*

*Metros Cúbicos Facturados mensualmente-Número de Suscriptores*

<b>PROYECCIÓN DE POBLACIÓN</b> <b>PROMEDIO</b> <b>M3 DE AGUA FACTURADOS*DOTACION/HABITANTE - NUMERO DE SUSCRIPTORES*HABITANTE/VIVIENDA</b> <b>ACUEDUCTO DE PUERTO COLOMBIA - ATLÁNTICO</b> <b>2009 - 2017</b>			
<b>AÑO</b>	<b>M3 DE AGUA FACTURADOS*DOTACION/HABITANTE</b>	<b>NUMERO DE SUSCRIPTORES*HABITANTE/VIVIENDA</b>	<b>POBLACIÓN PROMEDIO</b>
2009	29,939	27,465	28,702
2010	32,805	24,888	28,847
2011	35,577	26,923	31,250
2012	38,457	37,896	38,177
2013	42,957	40,899	41,928
2014	46,359	45,446	45,902
2015	50,756	50,979	50,867
2016	54,734	49,643	52,188
2017	55,922	62,908	59,415